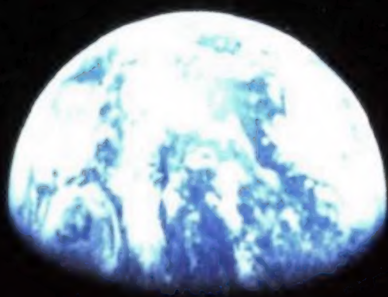


环宇孤心

探索宇宙奥秘的故事

丹尼斯·奥弗比 著



中信出版社
CITIC PUBLISHING HOUSE

环宇孤心

——探索宇宙奥秘的故事

[美] 丹尼斯·奥弗比 著
任 华 苑爱玲
谢天海 甄春亮 译

中 信 出 版 社
CITIC PUBLISHING HOUSE

图书在版编目（CIP）数据

环宇孤心：探索宇宙奥秘的故事/（美）奥弗比著；任华等译. -北京：中信出版社，2002.1

书名原文：Lonely Hearts of the Cosmos

ISBN 7-80073-420-X

Ⅰ.环… Ⅱ.①奥…②任… Ⅲ.宇宙探测-普及读物 Ⅳ.P159.4-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2002）第001766号

环宇孤心
Lonely Hearts of the Cosmos

著　　者	［美］丹尼斯·奥弗比	开　　本	880mm×1230mm　1/32
译　　者	任　华　苑爱玲 谢天海　甄春亮	印　　张	16.75
		字　　数	451千字
责任编辑	陈　玮	版　　次	2002年3月第1版
责任监制	朱　磊　王祖力	印　　次	2002年3月第1次印刷
出 版 者	中信出版社（北京朝阳区新源南路6号京城大厦　邮编　100004）	京权图字	01-2002-0333
承 印 者	中国科学院印刷厂	书　　号	ISBN 7-80073-420-X / P·1
发 行 者	中信出版社		
经 销 者	中信联合发行有限公司	定　　价	33.00元

环宇孤心

——探索宇宙奥秘的故事

《环宇孤心》真实地记录了20世纪后半叶人们对于宇宙进行探索的轨迹，所记述的故事堪称宇宙历史的现代版本。书中记载的天文学家、粒子物理学家和天体物理学家包括爱因斯坦、霍金、哈勃……也包括读者并不熟悉的那些不懈的探索者。通过描写这些科学家怪异的个性和智慧的头脑，作者揭示出宇宙学是一门人性的、富于激情的事业。我们都是宇宙的产物，我们的生命本身就标志着那个终极奥秘的存在。

环宇孤心

——探索宇宙奥秘的故事

《环宇孤心》真实地记录了20世纪后半叶人们对于宇宙进行探索的轨迹，所记述的故事堪称宇宙历史的现代版本。书中记载的天文学家、粒子物理学家和天体物理学家包括爱因斯坦、霍金、哈勃……也包括读者并不熟悉的那些不懈的探索者。通过描写这些科学家怪异的个性和智慧的头脑，作者揭示出宇宙学是一门人性的、富于激情的事业。我们都是宇宙的产物，我们的生命本身就标志着那个终极奥秘的存在。

目　录

序

永恒的使命

1954年，《财富》杂志上登出了一篇文章，介绍美国科学发展的现状。一同发表的还有一篇配有照片的评论文章，专门介绍10名最有前途的年轻科学家。其中之一是名天文学家，照片上的他斜倚在帕洛马尔山上著名的200英寸望远镜的底座之上。他瘦瘦的，长得有点像吉米·斯图尔特，穿着一件轰炸机飞行员夹克，正在露齿而笑，脸颊上有两个酒窝，一缕卷发搭在高高的前额上。他看上去显得骄傲而又严肃，就像一个即将奔向战场、与红男爵作战的王牌飞行员一样。就差在嘴上衔一支香烟了。他名叫阿伦·桑德奇。

桑德奇有权显得那么骄傲而又热切。那篇文章刊发的时候，他只有28岁，拿到博士论文不过一年时间。200英寸望远镜是那个时代最著名的科学仪器，有资格使用它的人屈指可数，而桑德奇就是其中之一。在这不多的几个有特权的人之中，桑德奇观测的夜晚是最黑而又最晴朗的，同时他的工作负担也最大。正如杂志特别指出的那样，“他正在帮助人类确定宇宙的年龄和结构。”

这个骄傲的、长着酒窝的男人，和他的望远镜一起，给人留下难以忘怀的印象，而这一时刻同样令人难忘，因为此时人们能够清晰地看到，由于有了最新的仪器和热心、智慧的人们，科学将有希望揭示宇宙的奥秘。阿伦·桑德奇已经成为有史以来第一个专门从事确定宇宙命运工作的人。

按照一般习惯，一本关于宇宙学的书籍的开头总是要回顾一些

上古原始时代的创世纪神话，一部分原因也许是为了表明人类的历史有多长。更重要的是，这种做法使我们想起一些问题，像我们是谁，我们来自何方，我们为什么会死，还有为什么我们的骨子里存在某种东西而非一无所有。我生长在20世纪50年代，我们这代人目睹了前苏联的火箭，可能正是从我们这一代人开始，人们认识到创世纪的神话是可以用科学来证明的。帕洛马尔山的天文学家当时正对宇宙进行具有决定意义的探索活动。在我和我的朋友们的成长过程中，我们读的书只不过没有涉及到那么多的切身利益罢了——都是关于大爆炸和稳恒态理论的争论，关于弯曲空间理论，关于宇宙膨胀，或者能量质量互相转换之类的。

我们是看着科幻电影长大的。我们相信，在我们的有生之年，人类一定能征服宇宙空间，发现宇宙起源的种种令人惊异的神秘事件。我的童年时代是炸弹和晶体管的时代，我目睹了电视机、冷冻食品和尾翼汽车的出现。即使迷幻剂刚出现的时候也被人们视为新技术的胜利。科学家被人们视为英雄；而科学本身，虽然被炸弹和发现DNA所取得的浮士德式的胜利搞得眼花缭乱，但已经准备着手就一些终极性问题进行研究了。科学本身是那么令人陶醉。它那么令人愉快，我们的父辈——在他们生活的年代，真空管收音机就已经是奇迹了——对于科学并不熟悉，这一点就加深了上一代人对科学的偏见，认为科学与他们和他们单调的生活无关。

1957年前苏联令人惊异地发射了火箭，这成为了我们这一代人一生中决定性的时刻。自此以后，科学与技术成了国家的头等大事，关系到国家的安全问题。50年代末到60年代初，最好的和最聪明的学生都被吸引到科学研究上来，就算没有参与，至少也会想这个问题——而10年以后，最聪明的学生都上了法学院，20年后，都上了商学院。这是因为通向科学最前沿的道路漫长而艰苦，绝大多数人最后都改行干了别的工作，无论是去销售电脑还去做蜡烛。只有少数几个人克服困难，成为宇宙学家。本书写的就是这样一些人。

本书写的是在20世纪后半叶人们对于宇宙进行探索的情况，书

中记载着这些男人和女人是怎样凭借手中的电脑芯片、地下粒子加速器、10吨重的覆铝透镜、射电望远镜等种种装备，凭借自身的幽默感和自豪感，不懈努力去探索那些从小就令我神往的问题。在我们这个技术时代，他们既是传教士，又是缔造神话的人。

宇宙实际上很可能产生于虚空之中；我们骨骼和血液中的原子是在几十亿年以前距离我们若干光年远的星球中形成的；而构成原子的更为古老的粒子则是一些某种难以理解的能量或者力的化石，存在于宇宙最初形成的几微秒之间。还有什么能比这些观点更具有神话味道呢？

我们都是宇宙的产物，我们的生命本身就标志着那个终极奥秘的存在。我们不过是会走路的尘埃，活着的星球上的尘土。

这是一个伟大的故事，是宇宙历史的现代版本，它有可能是真实的。也许是出于人类的天性，宇宙学家（或者任何一个时代的法师）总是认为他们正在扣响永恒之门，认为宇宙的最终秘密伸手可及。也许同样出于人类的天性，他们经常是错误的。科学在试错和质疑的过程中缓慢前行，它将成为最终答案的墓地。但至少所有宇宙学家都会犯各种各样的错误，就像伍迪·艾伦那样，他说自己名气不断增长的标志，就是令他碰壁的女人档次越来越高。

所以，从某种意义上说，这是一本关于失败的书。但同时又是一本关于勇气、希望、固执、自豪、天赋和运气的书。我尽量通过参与者的观察来讲述这个故事。在讲述历史的过程中总会有些失实的地方，因为人不可能无处不在，并亲身经历每件事情。每一个发现或者理论突破的背后都是建立在无数人默默奉献的金字塔之上的。人越是靠近观察科学中的事件，就越难搞清一个观点到底最先起源于何人何地。原作者就像是量子不确定原则一般，消失得无影无踪。通常情况下，如果我需要在几个人之间做出选择，我总是选择那些对于某个课题坚持不懈、对某个观念全身心投入的人，而不是那些提出建议后就跑开了的人。有些人会认为他们所做的贡献被我遗漏了，我对这些人深表歉意，希望他们至少能够明白我这样做

的理由。对于归属权的任何遗漏，责任当然全都在我。

本书中所讲述的故事仅仅选取了几个典型，并非包罗万象。书中出现的仅仅是几个宇宙学家，而不是全体宇宙学家。按照我自己的看法，我要尽力追寻我心目中科学的主流发展方向（这项任务并非总是轻而易举），我的出发点在于，正统的宇宙学本身就让人觉得陌生而充满了奇迹，不必再引发什么新的奥秘了。我要先向那些研究物理学的读者道歉。我尽力想在书里面包含足够的科学成分，让读者能够体会宇宙学家的说话和工作方式，但我不想让这本书读起来像是本教科书。但毫无疑问，在书中我不止一次犯过这两种错误，要么过于深奥，要么相反。不过，值得自我安慰的是，有些物理学家本人好像也常常听不懂他的同事在说些什么。毫无疑问，这本书当中既有斗争与矛盾，同时也充满了爱心与忠诚。宇宙学家们很少能够观点一致、口径统一，无论哪个在某一时期内流行的观点显得多么天衣无缝。科学家探索自然有他们的一套正式规则，自然，从某种意义上说，是“外在”的，而问题则来自人类“内部”，问题的答案却同样被那颗充满迷惑、神秘而又充满希望的心灵所接受。

即使在这段被简化后的宇宙学发展史中，依然充满了各种人的声音。但其中有一个声音明显更加地响亮，在我看来，这个人的心灵中存有更多关于宇宙学的迷惑与希望，这些想法存在时间之长，并非某个普通的凡人能够承受。

我最初见到阿伦·桑德奇，是1985年1月在塔克森举行的天文学会议上，但我对这个传奇人物闻名已久。30年来，桑德奇在帕洛马尔山上，操纵着本世纪最为先进的科学仪器，200英寸望远镜，就像是在使用一架放在后院里的间谍用望远镜一样。他一遍遍地测量着宇宙，通过细心研究照相底片上的阴影，通过谜一般的光谱和枯燥的数学计算获得线索，以便了解宇宙的大小和命运。测量宇宙是一个人的工作，这项工作在他的灵魂深处引起了共鸣。这种工作吸引了批评家的注意力。如果桑德奇没有在某个时候拒绝和你说话，

那你一定不是天文学界中的重要人物。

当我第一次见到他时，他正在就宇宙的体积和年龄问题与几组天文学家争得不可开交。他们的争论焦点在于两个看起来无法解决的因数中的一个。几年来，《纽约时报》每隔几个月就会宣布一组天文学家更正了另一组天文学家的观点，宇宙的年龄为二百亿年而非一百亿年，或者相反。我听说他弄坏了自己的望远镜，甚至不和同事们说话，更不用说报界了。

在会议期间，有一天晚上，我和桑德奇乘车到沙漠里去，在那里一个电影场景中要举办一个晚餐会。我对他说道，我认为宇宙有两种历史。一种是由一系列物理事件组成的，从最早的大爆炸假说开始，到星系的形成，到阳光普照大地，最终到个人电脑的出现。而另一种历史我称之为秘史，那就是宇宙学家之间充满了痛苦、想像和争议的故事。我现在想了解的就是这段宇宙的秘史。我想向人们解释，为什么宇宙学家关于宇宙的想法出现在《纽约时报》上时，就像溜溜球一样摇摆不定：宇宙有时大有时小，今天说宇宙无限，明天又说最终将会塌陷。

“天文学就是一种无法完成的科学。”桑德奇笑着说道。我们的车越过一个个沙丘，消失在离塔克森不远处的沙漠当中。“要知道，我们能对它有所了解，本身就是奇迹。”

我们的约会一次次延期，十个月后，我们终于在圣迭戈见面了，桑德奇在那里的海滩上租了一座房子，休假时住在那里。自从他成人以来，他一直在威尔逊山和拉斯坎帕纳斯天文台工作。在两星期内，我们每天要见两次面，通常都是在拉霍亚海滩上一家酒店的酒吧里。我们在一起喝咖啡，谈笑，发脾气，发牢骚，互相开玩笑，讲笑话。他从不记日志，也没有日记，除去工作日志、底片、笔记本、专业论文和报告之外，他没有任何关于自己生活的记录——没有任何生活记录，也就是说，除科学本身以外他什么也没有。每次开始谈话之前他总是想让我确信，他根本记不住自己生活中的事情，甚至对于星系和宇宙他也一无所知。而他的无知，对于别人来说，

简直就是百科全书。

接下来的几个月时间，他的休假和我的采访行程常常交织在一起。对我来说，不事先预约就到他的办公室去——无论是在火奴鲁鲁、巴尔的摩还是帕萨迪纳——变成了一件习以为常的事情。他总是会抬起头来，脸上带着充满讽刺的惊慌表情，做戏般地呻吟道，“哦，天啊。”

本书中之所以经常出现桑德奇这个穿着轰炸机飞行员夹克的年轻人，原因非常简单，就是因为他一直进行着宇宙学研究，比其他人研究的时间更长，也更加认真。从科学角度上说，他是一代宇宙学家的前辈。对那些运用丰富想像力梦想量子泡的理论学家来说，他们的宇宙实际上主要就是桑德奇构建的宇宙，通过发黄的日志上干巴巴的数据和由帕洛马尔山上巨大的望远镜上拍摄到的倾斜的光影，他得到了这一切。

人们在通向知识的道路上可能发生各种事情，而这些事几乎都发生在了桑德奇身上。随着我写作的不断深入，我益发感到阿伦·桑德奇的故事代表了宇宙学探索的过程，甚至代表了科学本身。

近5年来我一直追随着宇宙学阵营的不断发展。除了一直跟随桑德奇之外，我还一直追踪着在世界各个知名地区召开的宇宙学会议（参与者没有傻瓜，都是宇宙学家）。我一连几个星期参加了阿斯彭物理学中心召开的工作会议，理论学家们每年夏天都会聚集到那里争论不休，没有电话或者学生来打扰他们。我天天和天体物理学家一起爬山，和他们一起吃了好多顿法国大餐。有一段时间我嗓子发炎，即使如此，我还是在欧洲核研究中心（CERN）度过了一个星期的时光，坐在费米实验室的控制室里，关注着质子被地球迄今能得到的最高能量推动并撞击在一起。我曾经走在斯蒂芬·霍金吱吱作响的轮椅后面，帮助把他抬上讲台。我曾经登上过帕洛马尔山200英寸望远镜的主焦点笼，那里是观测的最佳位置——类星体就是在那里发现的。

在我准备这本书时，很多物理学家和天文学家热情地帮助了我，

这种帮助实在是慷慨之至，但在我最终定稿的作品里，他们却没能出现。我实在不能将他们一一提到。在这里，我要向以下人士致以特别的感谢：阿伦·桑德奇、斯蒂芬·霍金、约翰·惠勒、大卫·施拉姆、古斯塔夫·塔曼、吉姆·皮布尔斯、布伦特·塔利、亚历克斯·萨利、维拉·鲁宾、乔尔·普赖马克、阿伦·古思、吉姆·冈恩、加里·斯泰格曼、约翰·赫钦拉、马丁·施米特、约翰·施瓦茨、马克·戴维斯、基普·索恩，还要感谢最近来自马克·阿伦森。以下人员为我提供了不可估量的后勤帮助：阿斯彭物理学中心的萨利·门西摩尔，当时在加州大学技术学院的丹尼斯·梅雷迪斯，后期在费米实验室的玛格丽特·皮尔逊，利克天文台的约翰·古斯塔夫森,全美物理学院的琼·里克斯和斯班瑟·沃特。迈克尔·特纳耐心地阅读了全部文稿并做出了很多有益的修正。阿伦·桑德奇和吉姆·皮布尔斯的引言选自全美物理学院在编著其物理学史过程中对两人进行的采访，学院主任斯班瑟·沃特友善地允许我在作品中对其加以引用。

这一最初作品发表后几年间，很多人撰文进行评价并指出了其中大大小小的错误。在酝酿发表第二版时，在这个方面我要专门对以下人士表示感谢：詹姆斯·费尔特、安德鲁·费兰克诺阿、约翰·格里宾、凯文·克里斯西努阿斯、沃尔特·卢因、简·奥帕尔科、杰伊·帕萨科夫、乔尔·普赖马克以及杰拉德·沃塞伯格。很多人——由于篇幅所限不能一一致谢——在我创作这本书的漫长的时间里在精神上给我支持和鼓励。他们当中有我的兄弟戈登·奥弗比、汤姆·弗朗兹尔、卡利阿·多纳和腓尼基的亚马逊人,汤姆·德沃莱斯基、詹姆斯·波尔克、琼·芒卡克斯、康拉德·芬威克、加里·格林、帕特·西姆斯、比尔·耶格、凯西·卡西尔、罗恩·克里斯、苏珊娜·里奇以及密斯梯的人们。丹和阿历克斯·哈夫纳在我工作的重要时刻为我提供了计算机。对我的管子工威廉·赫克罗斯以及我的会计伯尼·贝克做出的特殊工作，在此一并致谢。我还要感谢在《宇宙与望远镜》和《发现》杂志工作的编辑们——后期

的约瑟夫·阿什布鲁克、利夫·罗宾逊、利昂·贾罗夫和吉尔·罗金——感谢他们对我的鼓舞和激励。

我还要感谢加里·陶伯斯,他介绍我认识了克里斯·达尔,最终成了我的经纪人。她以她的耐心、忠诚和激励度过了一次次的危机。我还要同样感谢我的编辑——理查德·科特,对他我不能介绍过多,因为恐怕其他出版商会把他挖走,我还是希望他能为我工作。

卢拉和丽贝卡·布莱克威尔-哈夫纳和我分享生活,让我和她们住在一起,在我困难的时候为我送来阿斯匹林和鲜花。我和娜塔丽·安吉尔在宇宙学方面的争论也于我大有裨益。

一

笼中人

常有司杀者杀。
夫代司杀者杀，
是谓代大匠斫，
夫代大匠斫者，
希有不伤其手矣。

——老子

1

大师的声音

很少有人能得到开启天国之门的钥匙，而阿伦·桑德奇就是这为数不多的人之一。

他说，从他记事起，“天国的猎犬”就一直追随着他。他是个独生子，1926年生于衣阿华城。无论是他的家庭背景还是在他的天性中，尘世与精神的两股力量都在相互撞击。他的祖父摩西·桑德奇是密苏里州的自耕农，而外祖父则是一所大学的校长，同时还是再造教会后期圣徒会的长老——就是那些没有向西迁移的摩门教徒。他的父亲在俄亥俄州南部迈阿密大学担任广告学教授。他母亲出生在菲律宾，他父亲曾被塔夫脱总统派遣到那里负责改革那里的教育体系。

桑德奇说他自己小时候是个笃信宗教的孩子，在他小的时候，一种令他无法解脱的精神上的渴望就在不断滋润着，同时也折磨着他的心灵，他对自然最早的印象中充满了敬畏之情。存在充满了神奇，后来他痛苦地回忆道，当这种敬畏之情似乎永远逝去的时候是一个奇迹。树林中充满了魄力。“爸爸，爸爸，看，看呀——一朵花！这不是很棒吗！”他的脑海中重现着自己儿时的情景，声音变得像女孩一样尖细，充满了欢乐。那时，这个小伙子有自己独特的欣赏力。他常回忆起，在星期天他一个人到教堂去，而父母都起得很晚。

与此同时，他个性中的另一半也在成长，并被随之而来的大萧条磨炼得更加坚强，热情认真，干劲十足。他生长在一个知识分子家庭，志向和成就是这个家庭对孩子的一贯要求。上大学，读研究

生被看作是理所当然的事情。他很早就明白了这样的道理：无论做什么，他总是不可能做到尽善尽美，完整无缺；无论干什么，永远不允许犯错误；无论做什么，时间总是不够。他生活在经济萧条的年代，那段经历对他没有什么帮助，那个时代给那些来到人家后院随便有什么活都干的人上了一课，人类的世界看来非常残酷，像一片充满了竞争与怀疑的沼泽。失败像兀鹰一样无时无刻不守在身边。惟一的出路就是决不停步，愈发努力地工作。他觉得学会所有的知识就是他的义务。

“一开始，”他回忆道，“从我的童年起，制定并完成那些目标对我来说似乎就是生活中很自然的事情。我认为每个人都是这样做的。”

九岁的时候，他的父亲接受了美国国税局的一项临时工作，全家搬到费城住了几年。有一次，小阿伦到华盛顿去，一天晚上，他通过放在朋友家后院里的望远镜来眺望天空，那景象一下子把他吸引住了：在天空的尽头处，一个全新的神奇领域正召唤着他。

在此之前，他一直对数字有兴趣，对于科学则知之甚少。科学正是他所向往的，它能把人的兴趣和动力结合在一起。对科学的追求永无止境，因为总会有新东西可学，人们永远把科学视为崇拜的目标。他对天文学的热情远远超过了一般在后院观察星星的天文爱好者。一回到俄亥俄州，桑德奇就开始自己制作望远镜。他磨出的镜片大到可以用于直径六英寸的望远镜——作为放在后院里的望远镜来说是够大了——但他干不好技工活。最后父亲给他买了一架望远镜，到了晚上小阿伦用它来观测位于银河围绕中西部天空转动的情况，扰得四邻不得安睡。白天他则观测太阳的轨迹。在四年之中，他制作了一张图表，每天都要记数太阳上黑子的数目。

谁能解释为什么这些星球在我们看来那么得美丽？它们看起来像一件件珠宝首饰，斗转星移极为规律，但它们之间那冷冰冰的可怕的距离使我们常常因为自己的渺小而发出尖叫。对年轻的桑德奇来说这才是真正壮观之所在。星球不会在乎人类存在与否。宇宙如

此巨大，无始无终，完全独立于他称之为“人类沼泽”的东西。在那里有些东西是永恒的，时空和宇宙比人类可怜的幻想伟大得多。自然有自身的规律，遥远、可怕、不以人的意志为转移，但通过科学就能发现这些规律。当一个人通过望远镜观察宇宙之后，他就会清楚地知道他毕业后应该做些什么。这些星球非常有魔力，他迫不及待地等待它们在每个夜晚出现。

他开始如饥似渴地阅读着科学与数学书籍，特别是天文学方面的书籍。他自学了星球与星座的知识，了解了一些天体结构方面的入门知识。在十几岁的时候，他读了美国伟大的天文学家埃德温·哈勃所著的于1936年出版的《星云王国》一书，桑德奇同时也醉心于阿瑟·斯坦利·艾丁顿的科普著作。艾丁顿是一名英国天文学家，是爱因斯坦的朋友。桑德奇了解到他现在正处在一个对宇宙认识的史无前例的革命时代。

几个世纪以来，绝大多数天文学家和哲学家认为，整个宇宙是由那些被我们称为银河的片片星云所构成，但他们争议的焦点是那些混杂在星球中间模糊发光的小云团的性质，它们被称为“星云”，来源于拉丁语“云”的意思。最早发现星云的是法国彗星研人查尔斯·梅塞,他给那些最明亮的星云编上了号码，作为它们的名称。在进一步仔细观察后，人们发现有些星云是星际之间的气团，它们像是灯罩一般，被包裹在其内的星球照亮，而另外一些则是紧密的星团，而那种“漩涡式”星云，直到本世纪最初十年，在人们开始在美国西南部黑暗而晴朗的山顶装上巨大的反射式望远镜之前，一直是一个谜。

最大的望远镜装在加利福尼亚州俯瞰帕萨迪纳的威尔逊山上的，利用它哈勃得以测量出一些星云离地球的大致距离约为几十万光年。这些看起来微不足道的星云突然间变成了由几十亿颗星球组成的巨大聚合体，其跨度相差数万光年，它们是宇宙中间的岛屿，堪与银河系相提并论。哈勃发现星系宛如宇宙中的居民，数量繁多。他看得越远，发现的星系就越多，那些星系像是尘埃一般，散落在

太空当中。

接下来哈勃又有了一个更为惊人的发现：那些星云好像正在离我们远去，就像是炸开的手榴弹，弹片四处飞散。后来证明这种情形完全是可以用爱因斯坦的理论来预见，或者说是可以解释的。爱因斯坦的广义相对论当时还处于成形阶段，他将引力界定为空间的扭曲。空间与时间像气球一样膨胀；而星系，在爱因斯坦的理论中，就如同冲浪高手，紧紧跟随着这一膨胀的行程，整个宇宙正在飞行之中。

而宇宙是从哪里飞过来，又飞向何方呢？

哈勃的观测只能称得上是一个初级的调查，但是，如果他的观测以及爱因斯坦的理论是正确的，那么宇宙就会有一个开始时刻，就是当星系都在一起的时候。每个人都能在星球上发现这种迹象，每个人都会看得到。这个结论震撼了敏感的桑德奇。"那真的令我震惊，"他回忆道，"我是说，在事实面前，一个人会作何感想？从某种意义上说，整件事情完全是个奇迹。"

如果哈勃对广义相对论采取冷淡和经验主义的态度——在他的二百页的著作中涉及相对论的只有四页，但对艾丁顿的作品就十分热情了，例如在《空间、时间与地心引力》中有这样一段：

> "我们发现在科学发展得最遥远的地方，头脑却只能从自然中重获头脑置于自然的东西。
>
> 我们现在已经在未知领域的岸边发现了一只奇怪的足印，我们一个又一个地开创出深奥的理论以便解释这只足印的来源。最后，我们终于成功地复制出了留下这只足印的生物。哦，天啊，它就是我们自己。"

对这部书桑德奇连一半也看不懂，但是他却听到了天国猎犬的吠声。他越过年代上的差别，认识了一位前辈的探索者，他不禁热血沸腾。他期待着自己写出艾丁顿一样的作品，希望自己能用牛顿和爱因斯坦认破物质世界奥秘的精确思想，来识破人类头脑的秘密。

他报名上了俄亥俄州的迈阿密大学，他的父亲在这里任教。在

两年的时间里他主修物理学，辅修哲学，阅读了斯宾诺沙和尼采的著作。然后他应征入伍，加入海军，在路易斯安那州格尔夫波特和旧金山的金银岛做了18个月的电器维修工作。这段经历使他对波利尼西亚餐馆情有独钟，爱喝热带地区的饮料，却使他对电子学科兴味索然。

同时，桑德奇的父亲到伊利诺伊大学任教，他劝说桑德奇到那里的厄巴纳继续上学，同时也可以住在家里。伊利诺伊大学比迈阿密大学大，这里既有物理学，又有天文学。桑德奇做出了一个典型的桑德奇式的选择：他选择了物理学，因为天文学易学，而物理学难懂，而且物理学正是他所需要的。

为了跟上天文学研究的进展，他报名到大学的天文台义务工作。哈佛大学的天文学家巴特·博克在全国范围内组织了一个天文观测者联合机构，拍摄天空的照片并计算不同亮度的星球数量。桑德奇被分派观测英仙座。多年以后，他被问及第一次进行专业观测活动时感受如何。“嗯，天气很冷。”他以他独特的方式回答道，“中西部的冬天冷得让人难以置信，英仙座则只在冬天的天空里才有。我得学会自己冲洗底片并测量星球。我知道，只要我自己努力地训练，未来不会辜负我的努力。”

在那些日子里，这个雄心勃勃的年轻天文学家自然而然地希望自己将来能到南加利福尼亚州去，因为哈勃住在那里，而且那里有巨大的望远镜。有一次，当他父亲到伯克利休假时，桑德奇参观了威尔逊山。威尔逊山位于圣加夫列尔山脉前面，俯瞰着帕萨迪纳。桑德奇还看到了那些哈勃用来发现宇宙膨胀的望远镜。这次旅行激发了桑德奇的想像力。威尔逊山这个名字，就像是爱因斯坦的脸一般，在世界上的任何一条街巷都赫赫有名。它就是一个传说，这个名字就意味着自然的奥秘和科学的权威。桑德奇想不出来有什么比成为威尔逊山的一员更美妙的事了。

在过去20年间——桑德奇一生大部分的时间——威尔逊天文台归加利福尼亚大学技术学院和卡内基学院共同拥有，他们一直在建

造一台更大的设备，一台200英寸的天文望远镜就建在南边50英里的帕洛马尔山上[1]。新闻界一直在追踪这台设备的计划和生产过程，从纽约科宁玻璃厂浇铸这块用来磨制镜面的巨大玻璃白片的戏剧性且令人心碎的场面，上百万人沿着铁路观看这块白片穿越全国的缓慢行程，最终在一场暴风雨中胜利运到山顶。这个故事早已写成了好几本书了。科学家用这架望远镜是来探索科学最深处的问题：宇宙真的是在膨胀吗？宇宙真的有开端吗？宇宙要去向何方？宇宙会不会终结？

为了使自己与这项活动尽可能靠得更近些，桑德奇申请到加州理工学院攻研，他申请的是物理学专业，却被加州理工学院全新的天文学专业第一班录取了。他1948年来到帕萨迪纳，那时正是200英寸天文望远镜即将落成的时刻，正是这一选择使他成为天文学新时代中的幸运儿和继承人。

帕萨迪纳离厄巴纳很远。冬天不冷，不会为了看英仙座或者猎户座把自己冻个半死。加利福尼亚大学技术学院建在一个花园里，其中有各种庄园似的建筑——厚厚的墙、拱顶，院子里铺着地砖，围绕在它周围的有盛开的玫瑰花，还有好莱坞的社交圈子——财富、阳光、烟雾，更有那些能把加利福尼亚变为一支世界力量的新兴科技。这里的大学生和研究生人数加起来也没有一个普通中学的人多，对科学家来说，加州理工学院是个公认的社交场所——这里有的是宽容、直爽和烧烤聚会——可对学生来说却是个地狱般的地方。在阳光的背后，当然蕴育着产生诺贝尔奖得主的天才。走进帕萨迪纳，桑德奇也就走上了一个由各种名流与科研机构构成的舞台，这些人与机构之间纠缠不清的关系对他一生的事业都将产生影响。在帕萨迪纳，有些宿仇的序幕开始于1920年以前，但直到80年代仍在上演着，那些争斗的参与者早已忘记了争斗的起因或者领导者是谁了。

---

①望远镜的集光能力与其主镜面直径的平方成正比。200英寸镜面的望远镜与100英寸镜面的望远镜相比，能够看到光线弱四倍的星系与星球——即天文星等为1.5——观测距离也要远两倍。

在建造帕洛马尔山望远镜问题上，卡内基学院与加州理工学院的合作称得上是一场强制联姻。威尔逊山天文台本来是卡内基学院区，是由乔治·埃勒里·黑尔建造的，他是一位聪明而不知疲倦的筹款人和推广者，同时也是一位从事太阳研究的天文学家，但时常受神经衰弱的折磨。黑尔一直梦想着有一台能令威尔逊山上的100英寸胡克望远镜相形见绌的望远镜，早在1928年，他就把他的梦想献给了洛克菲勒基金会。可洛克菲勒家族没打算把钱交给卡内基学院，而是把六百万美元交给了加州理工学院。最后的交易是这样的：加州理工学院将拥有帕洛马尔山天文台，卡内基学院拥有威尔逊山天文台，但他们将共同运作，并称为威尔逊山和帕洛马尔山天文台（在60年代这一联盟改名为黑尔天文台）。

来自威尔逊山的天文学家被任命为加州理工学院教授，但他们既没有办公室，也拿不到薪水。两家学院之间没有财务关系，他们各有自己的工作人员和自己的望远镜，即使在小事上也维持着这条原则。加州理工学院买车接送天文学家上山，而卡内基学院则同意负责雇佣司机。

头一条合作内容就是加州理工学院拥有将要建成的望远镜，而威尔逊山方面则负责派出天文学家。天文台的办公室设在圣芭芭拉街813号，离校园两英里，在天文学界被简称为圣芭芭拉大街，那是一所两层的白石灰石砌成的、新古典主义风格的建筑。办公室里住着来自威尔逊山的12名先生，没有一名女士。他们把宇宙划分得非常清楚。其中先生们的准则之一就是永远也不要侵入他人的研究领域，除非你觉得他是个白痴。可威尔逊山的先生们是从来不叫别人白痴的。

最大的一片天空当然是属于哈勃的，他是帕萨迪纳天文学界的北斗星。他把天文学称为“职业”。哈勃生在密苏里州曾经当过拳击手，做过军官，做过罗得奖学金研究学者，在印第安纳高中教过书，当过篮球教练，最后才被星云的魔力吸引住了。现在他一个人住在圣马力诺的旧日飞地中，欣赏着奥尔德斯·赫胥黎的文学作品

和斯特拉文斯基的音乐。他曾经上过《时代》周刊杂志的封面，且被提名为诺贝尔奖候选人。爱因斯坦曾经专程前来拜见过他。

哈勃的个性也闪耀在他的论文之中——严肃、冷淡、不带个人色彩，但气势恢宏。就好像试飞员，到最后所有的飞行员都会学查克·耶格尔说话时嗓音低沉、土腔土调的风格一样，宇宙学家，特别是帕萨迪纳的宇宙学家最后说话都和哈勃一样了。他的声音就变成了宇宙学的声音。他报告来自宇宙的最新消息时，那样子就好像消息是写在石板上交给他似的。他最典型的话就是“星云既可能单个发现，也可能成组出现，星云大小不等，有些特殊情况下，大团的高密度星团由几百个星云组成。”他根本不提谁发现了星云。没人能干得了这事情，这项工作早就完成了，星系一直就是那个样子的。从他的文章中，人们能听到星系之间的强风在吱吱作响。

二次大战之后，当两大天文台合并时，哈勃作为管理者的权力被剥夺了，他的感情受到了伤害。这个职位落到了一个叫做艾拉·鲍恩的分光镜研究者手里。做出这项决定的原因部分是由于人们认为哈勃不喜爱做管理工作，而另一部分原因则还是因为他冷淡的态度——有些人称其为自负——这种态度既体现在他的论文当中，也体现在他与其他天文学家的关系当中。特别是哈洛·沙普利，在哈勃到来之前他是威尔逊山天文台的明星，哈勃随后使用的很多方法都是他发明的，沙普利觉得自己的工作没得到人们的赞扬。有一次，哈勃在沙普利的一份文稿上草草写上了“毫无价值”的评论，后来，这个评论出现在杂志上。沙普利犯了一个不合时宜的错误，他刚刚离开威尔逊山去哈佛当主任不久，哈勃就做出了自己的伟大发现，于是沙普利把他的余生都用来诽谤西海岸的天文学家们。

同时哈勃也从专业最前沿下滑了。在战争过程中他曾经被聘请到马里兰州的阿伯丁开设一个弹道学学校。当他回到帕萨迪纳的时候，他已经错过了一步，他和他的助手，米尔顿·赫马森，已经把对于星系王国的研究推进到了位于威尔逊山顶的100英寸望远镜所能看到的最远地带，现在不得不等待着200英寸望远镜交付使用。

过去二十年间哈勃一直在努力设计一项宏大的观测计划，用以回答宇宙膨胀和星云后退所带来的问题。在帕洛马尔山望远镜未来使用者召开的早期非正式会议上，哈勃要求在望远镜建成之后，将使用时间的一半归他所有，以便执行他的计划。他的要求被礼貌地拒绝了，哈勃装着像一个英国绅士一样接受了这个事情。一个会议参与者后来回忆这件事情时说，空气中有一种“个人悲剧的意味”。

桑德奇来到帕萨迪纳时，威尔逊山天文台的最尖端工作主要由沃尔特·巴德进行。他是一个小个子德国人，在30年代时进入天文台工作。在圣芭芭拉街大厅内，宇宙学奠基人的照片排成一行，巴德长着鹰钩鼻子，分头，一丝不乱，看起来像个银行家。由于他是德国人，在战争中他被限制参与任何与战争有关的工作，实际上，他甚至不能到离家五英里外的地方去。但是，天文台设法使他的活动空间能延伸到威尔逊山的圆顶房里。加利福尼亚州实行战时灯火管制，在漫漫长夜中，他掌握着其他任何天文学家可望不可及的100英寸胡克望远镜。用这台望远镜，他发现了一些宇宙中最基本的星球类型，明确了这些星球与星系在结构和历史方面的关系。他的成绩是一场革命的开始，这场革命使人们在10年内对于星球的性质、生命周期和银河系演变的历史的认识达到了顶点。桑德奇注定要在这场革命之中起到关键作用。

战后，研究生们为了能接近那些巨大的望远镜几乎挤破了门坎，加州理工学院意识到这一点，因此，雇佣了杰西·格林斯坦，一名来自芝加哥耶克斯天文台的年轻天文学家，来开办一项天文研究项目。格林斯坦曾经是个纽约人，说话声音低沉沙哑，梳着光亮的背头，留着黑胡子。他是一个富有的家具生产商的儿子，在经济大萧条时期，为了节约家庭开支，他中断了学业。他的专业是研究星球，特别是那些已经燃尽或者正在燃尽的年代久远的星球。他称自己为星球的送殡人，他还是一个业余心理学家。他来到帕萨迪纳四周看看，然后不禁叹息起来。

他手下只有一个人，加州大学惟一一个研究天文学的人，名叫

弗里兹·兹维基。他是个瑞士人，已经入了美国籍，个子很高，脾气很坏。他是一名固体物理学家。兹维基非常聪明，但他的很多想法让其他很多天文学家难以区分哪些是有用的，哪些则是疯话。他的一项主要发现——认为宇宙中百分之九十的物质是不可见的——整整40年中没有被人们认真考虑过。他还发明了一套直觉系统，自称是形态天文学，用这套系统他试图来猜测宇宙中可能存在的星系和星球的种类。他还曾提议在帕洛马尔山上空发射炮弹来使空气变得更加透明。

兹维基曾经和巴德在30年代时合作过，但到战时，兹维基因为巴德的德国血统开始憎恨他，他把巴德称为纳粹。有一次，兹维基威胁巴德说，一旦在校园里看到他就会杀了他。

1948年，桑德奇和其他最早一批的学生来到这里时，杰西·格林斯坦正身处困境之中。威尔逊山天文台的教授们从来没教过书。这群人非常乏味，他们住的地方离学校两英里远，虽然他们每周一次到学校里的阿森那加姆员工俱乐部来共进午餐。兹维基靠不住，因为他很可能把学生变成他自己的奴隶，去研究那些令人难以理解的课题。所以格林斯坦亲自讲授天体物理学课程。

他的学生不得不整夜不睡，以便重抄格林斯坦那杂乱无章的天体物理学讲座笔记，对他们来说，抄笔记比听课学到的东西更加透彻。而且他们还不得不去应付大学里棘手的物理学课程，学校有意识地把通往帕洛马尔山之路搞得非常艰难。

桑德奇后来声称，到加州理工学院两星期后，他以往看待世界的那种惊奇和着迷的态度就消失了，但对于数学方程式却产生了近乎于神秘的敬畏之情，自然界好像神秘地知道该怎样去遵守这些公式。他第一年的日子过得非常艰难。他得到一项工作，每周要在实验室里做15个小时，收入不少，每年可以达到900美元，但几乎没有什么睡觉的时间了。桑德奇经常半真半假地把自己——好像自己不是出身于一个大学世家——叫做土包子，就好像刚从一辆装萝卜的卡车上掉下来似的。表面上，他攻击格林斯坦和其他人，说他们

既腼腆，又孤僻，可是这些人看到了存在于他身上的决心，格林斯坦从一开始就知道桑德奇不同凡响。

“他还是学生的时候，桑德奇就想要弄清宇宙的大小和命运问题。他的主意从没改变过。”格林斯坦回忆道。他已处于半退休状态，头发已经变白，穿着一件夏威夷式衬衫，下摆垂在裤子外面。“有段时间桑德奇过得很苦，那是因为他给自己订的目标太高。他总想做困难的工作，而且想做得最好。他天生就那个脾气——也许是他父母把他塑造成那个样子的。他必须努力学习物理，他对自己非常严格。我从来没见过对自己要求得这么高的人能获得成功。”

对他的学生，格林斯坦觉得自己就像他们的老爸。“对整整一代人来说，我是他们的第二个父亲。”他说话时眼睛里闪动着父亲一般的光芒。他觉得桑德奇是他最伟大的成功，他学习最刻苦，研究得最深入。

按格林斯坦的说法，桑德奇对宇宙有种热情。所有的宇宙学家都处于一种特别的紧张状态，而这一点激发起他对于心理学方面的兴趣。他对宇宙学研究并非特别热衷，尽管他承认宇宙学的重要性，并且支持哈勃以及其他人去贪得无厌地争夺望远镜的使用时间。可他觉得宇宙学这门学科有些孩子气，有些怪癖，更像是心理学而非科学。他们为什么要去追溯时间最早起源于哪一时刻呢？格林斯坦说，他认为这与这些宇宙学家的祖先们有关。

1948年夏天，200英寸的望远镜正式交付使用。但令天文学家泄气的是，鲍恩一直在调整和测试望远镜的镜面（在东部，沙普利正在向报界透露，说这架200英寸的望远镜是个失败）。哈勃非常焦急。直到1949年的一月，哈勃去看那台望远镜时，虽然最外边18英寸的部分还没有调好，但哈勃已经能看出这台望远镜真的是称心如意。伟大的计划终于得以进行。哈勃一直持续观测到四月底，用新望远镜拍摄的星系底片星光非常地纯净明亮。五月，镜面被从望远镜上取了下来，以便完成最终的调试。哈勃开始清点自己的成果，他感到接下来要进行的观测工作所带来的压力，便决定给自己找个

助手。他让格林斯坦推荐一个人选。格林斯坦知道桑德奇以前上大学时曾经进行过实际观测，于是把他送到了哈勃那里。

直到这时以前，桑德奇除了每星期进行的座谈会之外，与来自威尔逊山上的天文学家并没什么接触。对于这群研究生来说，威尔逊山独处一隅，如同一个不可接近的巨人。天文台办公室里的气氛像是个维多利亚时期的绅士俱乐部。天文学家都穿着套装，在山上吃饭时他们都着装整齐，桌面上铺着真正的亚麻台布。大厅铺着地毯，墙壁上装饰着橡木嵌板。男厕所门上赫然写着“绅士专用”。桑德奇去见哈勃的时候怕得发抖，好像是去参见上帝一样。

哈勃当然不会令他失望：看上去他就像一个能指挥整队的天文学家观测宇宙的人，高个子，仪表堂堂，长着一个高贵的拳击手式的下颚，嘴里总是叼着一支烟斗，他穿得像个英国贵族，满口牛津剑桥式的英语发音盖过了他土生土长的密苏里口音。他说话时有一种律师一般的技巧，使每个听众都觉得自己像一个陪审员一样，必须全神贯注地听他说。他常使用的一个小花招就是在来访者到来时威严地一扬胳膊，把写字台上所有的文稿全都扫进废纸篓里去。据说等来访者走后，哈勃就会到纸篓里去找他的文稿。

哈勃给桑德奇讲了他设计好的一项计划，一旦望远镜投入使用就会进行：确定宇宙中存在的任意一个爱因斯坦扭曲空间的性质和程度。有了帕洛马尔山上的设备，他能够精确地计算不同灰暗程度星系的数量。哈勃假设，星系越模糊，通常情况下离地球也就越远。如果星系在宇宙中的分布是均匀的，用这种方法来计数它们就可以大致了解空间的体积，就好像数清森林中树的数量就可以大致了解森林的面积一样。人们可以推测，1 000个星系所占的空间大约是100个星系的10倍，可要是实际结果仅仅是2倍。那意味着什么呢？那就可以得出结论，空间发生了扭曲。

如果，像爱因斯坦和相对论者假设的那样——哈勃并不确信他们的观点是正确的——由于扭曲空间的膨胀，星云正在离我们远去是一个宇宙学上的事实，那么，扭曲的方向和程度就会决定宇宙的

未来。如果空间向一方扭曲，那么，宇宙最后会像一架手风琴一样折叠在一起；所有的星云都会争先恐后地涌入。如果向另一方扭曲，那么，宇宙将永远膨胀下去。200英寸的望远镜具有高敏感度，这最终使他看到时空当中最深远的地方。以灰暗度或者距离计数星系的方法将揭示空间弯曲的方式，并在这个基础上预测宇宙的宿命。一句话，哈勃正在试图发现宇宙的命运。

桑德奇对这些内容早就了然于胸，尽管对其中涉及到的数学问题他还要用几年时间才能真正掌握。他所要做的工作不大，但却非常的重要。

哈勃计划计数的绝大多数星系离地球太远，它们出现在底片上时是一个柔和而暗淡的点儿，比一个星球大不了多少。为了使计划得以进行，哈勃需要量化测量这些星系小点的相对灰暗度。他的想法是将星系与出现在观测前景上的星球进行比较。而桑德奇的工作就是找出适合于比较有用的星球。他的工作不需要进行观测，但大量的查表和搜索底片的工作则会使他累花了眼。这是一项艰苦而需要技术的工作，但它的确是哈勃整个计划的支柱。

在1949年的夏天当中，桑德奇开始在圣芭芭拉街地下室的办公室里费力地为哈勃编制星等序列，而这时哈勃则跑到他科罗拉多州牧场去钓鱼了。七月里的一天，桑德奇碰到了一个上年纪的天文学家鲁道夫·明科夫斯基，他问桑德奇，哈勃什么时候回来。正在这时，电话铃响了，明科夫斯基拿起电话听了一会儿，然后挂上了电话。“他怕是要过很长时间才能回来，”他对桑德奇说，“他心脏病犯了。”

哈勃在科罗拉多的医院里住了一个月，然后回到帕萨迪纳，又卧床休息一个月。医生禁止他进行观测。一年以后他才会重新回到帕洛马尔山上。天文学新时代的开端变得有些阴暗。

这段时间内桑德奇没怎么去见哈勃，失去了指导，他很快就陷入了困境，很多技术问题使他无法编制星球的星等序列，于是他把这项工作放在了一边。他四处看看，想找点其他什么工作来干。与哈勃的接触使他进行研究的兴趣大增。

桑德奇和他加州理工学院的一个同学，比他低一届的霍尔顿·阿普，共同决定要进行一些严肃的观测工作。他们成为朋友令人难以置信。如果桑德奇是个“土包子”，那阿普就是个“洋包子”，他是艺术家的儿子，在格林威治村和伍德斯托克地区长大，后来在哈佛大学上学，曾经是美国最好的击剑高手，也参加过博克星球观测网。他和桑德奇是一年夏天在哈佛天文台认识的，在加州理工学院他们成为了最好的朋友。

格林斯坦把他们俩派到了巴德这个帕萨迪纳最好的观测家那里，巴德同意给他们一个工作：测量球状星团的星球情况。球状星团，正如它的名称暗示的那样，是一片淡红色球形星光构成的云，它几乎就是一个小星系，其中包含了一百万个星球。这片星光构成了一个光环围绕在银河的周围，就像蜜蜂围绕着一碟蜂蜜一样。对存在于球状星团中的星球人们知之甚少，部分原因是因为那些星球距离太远，主要集中在距地球数万光年的星系中心，另一部分原因则是星团里的星球似乎一直非常暗淡并挤在一起，所以很难看清。球状星团对于研究星系的形成和历史以及揭示星球演化的秘密很可能有着重要意义，因此，它一直是巴德研究的中心所在。

桑德奇和阿普能够得到这样一项尖端工作真是欣喜若狂。而这项工作又令人生畏，即使对于最有经验的天文学家，也是对他们决心和技巧的一种考验：拍摄球状星团的高精晰度照片然后用显微镜来测量几千颗小星球的图像的发光强度。

他们的确需要巴德传授技巧，所以巴德亲自把他们接上了威尔逊山。巴德选择了山上最老的望远镜做他们学习用的仪器，那是一台60英寸直径的反射望远镜，建于1905年，在那个时代，骡车还是上山惟一的交通工具，而天文学家还常常步行上山完成分配给他们的观测定额。

圣加夫列尔山在帕萨迪纳后面突然转变了走向，形成了一道突兀而荒凉的高墙，挡住了洛杉矶城开荒的脚步。郊狼、山艾树、矮橡树、美洲杉树、还有长着黑松果的道格拉斯杉树布满了威尔逊山

凹凸不平的山峰。山顶距地5 700英尺，穿破了来自洛杉矶的烟障，山顶空气清朗，气流稳定。晴朗的夜晚，来自太平洋上的雾气注满了脚下的盆地和山谷，完全遮盖掉了城市里的灯光。天文台的拱顶，塔楼和其他的建筑在一条窄窄的山脊上排成一行。机工车间和图书馆——木质结构的小棚子，倾斜的、以防积雪的白铁皮屋顶——在山的一边排成一排，房子之间由窄窄的阳台和走道相连，从那里一眼望下去，落差足有一千英尺。如果在某个漆黑的夜晚走在上面，一下失了脚，那可就出麻烦了。被视为神圣的100英寸胡克望远镜发现了众多的星系，并观测到宇宙膨胀的现象，它的拱顶微微向两侧分开，坐落在一座长长的人行木桥的一端。这座木桥通向一个浅浅的峡谷，在木桥离望远镜较远的一端有一个小棚子，厨师会把为观测者准备的夜宵放在那里。

日常生活的文明和观测中的艰苦形成了山顶生活永恒不变的对比。修道院（之所以这样叫是因为妇女不允许到这里来）是天文学家的宿舍，设在山脊的一端，天文学家每天晚上来吃饭时都穿得衣冠楚楚。哈勃连使用望远镜时都戴着领带。在餐桌上每个人按照一个精确而且永远不变的规则落座。按工作计划，排到夜里使用100英寸望远镜观测的人坐在首席。旁边坐着使用60英寸望远镜的观测人，以此类推，最后是学生和助手。餐厅为每个威尔逊山工作成员保留一个木制的餐巾环，上面刻着他的名字，学生和参观者则给一个夹子。成为一名年轻天文学家最为伟大的仪式之一，就是用一个刻着自己名字的餐巾环来代替夹子。

这些仪式都是在一种荒凉、寒冷和充满工业废料的背景之下进行的。天文台的拱顶里没有供暖系统，混凝土地面上杂乱地放着钢制部件和油脂，闻起来像是一个机工车间。巨大的胡克望远镜是由一只摆钟驱动器推动，各种部件复杂得令人难以理解，有一件部件大到一个人抱不过来。每一个拱顶里都是一个活的博物馆，见证着世纪之交的技术水平，其中甚至还包括那种铜制的双闸刀电气开关，就像你在电影《科学怪人》里才能看得到的一样。

这架60英寸直径的望远镜是桑德奇用过的第一架大型望远镜，他记得也是他用过的操作最复杂的望远镜。首先，他是一架牛顿式的望远镜：在底部一个巨大的凹面镜聚集星光，然后将其反射到悬在头上的一个小镜面上，小镜面使聚集的光线向侧面偏转出望远镜，进入目镜、照相机或者光谱摄制仪。观测者必须在仪器的一侧置身于空中调整焦距。

有趣的是，桑德奇和在他以前的其他观测者一样，觉得在黑暗之中看不见自己摇摇晃晃的位置的时候，爬到实际观测位置上工作，比在白天爬上去修望远镜更舒服一些。为了拍摄清晰的照片，星球移过天空时，望远镜要跟着它一起移动。但不幸的是，即使是最精密的望远镜也不能非常可靠地追踪星球行进的路线，更不要说这架几乎老掉了牙的机器了。这架望远镜跟在星球后面时，它的运行轨迹会弯曲，零部件上的细小的不完美之处使它要么跑在所追踪的星球之前，要么就落在后面；同时，不同的折射也会改变星球在天空中的实际位置。所以，人要站在空中移动的平台上，眼盯着同样晃动的目镜，手里拿着控制器按动按钮来让望远镜加速或者慢下来。

操纵望远镜可真是一件痛苦的事情。寒夜中，眼泪会把目镜冻在人的眼睛上。当望远镜移动的时候，拱顶必须也要跟着移动以便保持开口始终在望远镜镜头的前面，这样，观测者的平台也必须一起移动。在一夜之中，所有的这些相互独立的动作会使一个天文学家的脖子和背感受到疼痛。

还有些别的事情也很复杂。引导目镜在取光的时候会远远偏离望远镜的光轴，这种失常现象会把星球变成泪滴形状，称为彗形像差。对于巴德来说，这点小小的模糊不清意味着很多的事情，他教会桑德奇和阿普如何看懂这一情况。他们学会了如何用像差来判断镜面的形状，如何在一片模糊不清的扇形中认出标志着观测条件改变的颤动条纹，在这种情况发生后如何调整焦点，在曝光时如何使底片上的星光集中成明显的斑点。

当巴德用他轻柔的德语把该说的和该演示的都讲完之后，他让

桑德奇登上了摇摇晃晃的观测平台。然后桑德奇发现了巴德还留了一手没教给他。由于望远镜的一个部件有问题，每隔八十秒钟望远镜就会向前跳一下，越过它应该追踪的星球，然后又会落到那星球的后面。“巴德想看看我们能不能发现这一点。”桑德奇说，”他想看看我们会不会先按一下向东的按钮，再按向西的按钮，再按向东的按钮，再按向西的按钮。他只要听继电器发出声响，再看看时间的间隔就可以知道我们操作得好还是不好。”

这三个人一夜接一夜各自坚守着岗位，监测着帕萨迪纳的天空。当天空多云的时候，他们坐在拱顶里谈论着星星。七天以后，桑德奇和阿普从天文台下来时，已经把一切都了然于胸了，无论是大型望远镜复杂的操作技巧还是巴德追踪星球时的种种趣事。同时，他们也得到了写着自己名字的餐巾夹子。

巴德指导他的学生们观测两个特殊的星团，M92和M3（M就是梅塞的名字），桑德奇和阿普最终拍到了相当清晰的M92的照片。在照相底片的负片上，M92看起来像是一堆辣椒。次年，他们又用了一整年时间，在圣芭芭拉街的地下室里，使用一架特别显微光度计，轮流测量每一个光点的发光强度。桑德奇最后自己着手处理第二个星团M3，并将这项工作写成了博士论文。

哈勃显然是再也不能亲自进行观测了，而伟大的计划还要进行。从那时哈勃的照片上我们可以看到他看起来形容憔悴、目光空洞。赫马森曾经是他在威尔逊山上最忠实的助手，可也上了年纪。于是1950年，也就是与桑德奇最初见面一年后，哈勃又派人把他找来了。这一回的工作难度更大，据桑德奇后来回忆说，哈勃给了他“一系列奇怪的考试”，在M31和M33漩涡星云中寻找变星——就是一种星等会发生周期性变化的星球。他一定是过关了，因为此后不久，赫马森就把他带到了帕洛马尔山200英寸望远镜那去了。

帕洛马尔山有5 600英尺高，在帕萨迪纳东南，要走两小时的路程，四周是布满牧场和桔树园的乡村地区。一片草地上松树丛生，200英寸望远镜拱顶升起在这片草地之间，虽然有十四层楼那么高，

但古典而又比例适当的结构使它变得不那么乍眼。

桑德奇和赫马森穿过一个带圆柱的门廊，来到了拱顶屋的一楼，房间很大，看起来像一个搭脚手架的地方，四周杂乱地摆放着成堆的钢制构件，成桶的油，还停着几辆叉车。他们上了一层楼，来到了望远镜的本体部分，望远镜被漆成军舰灰色，在那巨洞一般圆顶永恒的微光中伸展着它的身躯。它最惹眼的部分就是一块厚厚的马蹄形钢制部件，有一个网球场那么宽，那块重达15吨的、200英寸直径的凹透镜在里面优雅地旋转着，就像一个孩子在打秋千一样。一支圆桶的骨架朝着天空的方向指向拱顶。在它的上端，大约是悬在拱顶空间的中心，在房顶和水泥地面之间，挂着一只小铁网笼子，就像是悬在热气球上的一支冈多拉小船一般，那就是主焦点笼，他们的目的地就在那里。

他们登上几段楼梯，又坐上电梯，走过图书馆、暗房、厨房、控制室，又走过把整个拱顶的巨大空间挤成一条羊肠小道的许多办公室，上了一个斜坡，最后爬进了一种像是摘樱桃人用的那种篮子。赫马森操纵着篮子划过半空，发出一声回荡在巨大的房间里的哀鸣，那巨大的反射镜看起来就像一面剃须镜，他们最后来到了主焦点笼。他们爬过一段栏杆，一起挤进了位于那发着红光的望远镜和中空基座之间的笼子里。基座用来收集从大镜面上反射的光线以便形成焦点。

桑德奇后来回忆道，那天晚上的能见度——天文学术语，指星球图像的质量，受大气气流的影响——非常非常好。他现在已经是一个专业人员，一种宽慰的心情胜过了他刚到达帕洛马尔山时的喜悦，他发现这台望远镜比他在威尔逊山的望远镜操作起来容易得多。头一个夜晚，桑德奇把大部分时间都用了在学习如何调焦点上。由于每个人的眼睛都会有细微的差距，每个观测者在面对大型望远镜时都要去了解他（她）所看到的焦点与“真实”焦点之间的关系。桑德奇拍摄了一系列试验性的照片，结果证明和他所熟悉的没什么两样。后来他和哈勃谈起这件事，哈勃非常恼火，“如果能见度真的那么好，你为什么不进行观测？”他问道，“却把时间浪费在那

些你明知不会出错的事情上？”

从此以后，桑德奇就开始作为哈勃的代理观测人，每月三次穿梭往返于帕洛马尔山和帕萨迪纳之间。桑德奇不留神碰洒了杯子，“哦，那真是太棒了，发生了这么多的事情。”他说道，“那简直是难以想像的机遇——第一，能用200英寸的望远镜来观测，第二，能在一项宇宙长期计划中与哈勃共同工作。同时，作为一个研究生，还得尽力去通过物理学和天文学的考试。所以生活里充满了极大的压力。在山上的工作像是在逃避压力，但你知道你犯的错误早晚会抓住你，因为你有四天要离开校园，不去上课，这样那些知识就会淹没你。”

1950年的秋天，哈勃开始偶尔回到帕洛马尔山去，那时他住的房间里装了一只铃，这样如果他需要的话就可以按铃呼救。他越来越多地派他的代理者去进行观测并主持他在圣芭芭拉办公室里的工作。每次桑德奇到帕洛马尔山去时他都会带走三套指示，根据不同的观测情况分别使用。桑德奇拿着曝光后的底片回到大师那里，就像一个小学生交作业一样。哈勃则检验这些底片，对它们进行评论，然后进行分析。

最重要同时也是最令人精疲力竭的项目就是拍摄星系的照片并且在其中搜寻变星，通过这种方法来测量星系距地球的距离。全世界都知道哈勃就是用这种方法在二十年代确定了著名的仙女座星云M31的范围和其他一些星云。所有这一切都是所谓的“本星系群”，一个小型的星团，银河系也属在这个星团之中。他现在正试图超越这一群体，去探索附近其他的星团。按照哈勃的计算，仅仅确定下一个星系的距离就需要一年时间；如果完全按照他所设计的观测方法进行工作，也许需要几十年甚至是一生的时间，才能收集到证据，对于宇宙的大小、年龄和命运做出明确的回答。哈勃成了桑德奇在研究宇宙学方面的私人教师。

在其他方面，哈勃也把桑德奇置于自己的羽翼之下。他把桑德奇请到家里，同赫胥黎和斯特拉文斯基那样的朋友一起吃饭，“有这么一两年我就好像是他们的儿子。”桑德奇说。这段经历在他的

个性上留下了难以抹去的印记。桑德奇认为，哈勃与人交流时就像神一样，他是个真正的高尚的人。他和桑德奇谈论哲学、艺术、宇宙与宗教。而此时桑德奇觉得自己就像一个文盲，想尽全力赶上去，摆脱自己身上那种土气。他尽量想学哈勃的样子，做一个全身心追求真理的人。哈勃给桑德奇留下这样的一个印象，他就是一个他所希望做的伟大的人：他完全是个经验主义者，他绝不会更改数据或者超出数据之外。他绝对不会容忍不诚实的行为。

同时，哈勃又是一个非常正统的人，他很少与桑德奇谈论个人生活的事情。他博览群书，对于宗教和哲学如饥似渴，但是无论从这些领域中对于人们所了解的宇宙得出什么样的结论，他总是闷在心里。即使对他所选定的继承人来说，哈勃也表现得非常冷淡，他一贯正确、礼貌，但是冷冰冰的。

桑德奇感到了他与哈勃之间的鸿沟，从某些方面来说，这条鸿沟加深了他对哈勃的崇敬之情。而另一方面，他对我说，“哈勃是四百年以来最伟大的科学家。”而反过来，桑德奇也在努力地找出一份历史资料证明，哈勃在简历上写着自己是在从事法律工作，其实他不过是在肯塔基州学校里面教书罢了。

在加州理工学院余下的时间内，桑德奇来往于哈勃和巴德这两名帕萨迪纳宇宙学泰斗之间。巴德的名声逊于哈勃，他看起来像是沃尔特·米蒂，但桑德奇认为他是一个比较热情的人。他比较合群，常拿自己开玩笑。同时他的观测技术也好一些。“巴德和哈勃两人有点格格不入。”桑德奇解释说，“哈勃总是想要人们谈及那些巨大宏伟的东西，时空的几何形态、距离的大小、宇宙学。而巴德则说，除非你能够微观而不是宏观地去了解某个特定的星系结构的细节情况，否则你就不可能全部搞清楚。直到在哈勃和巴德都死了以后，这两种思想的潮流才真正融合为一。”

在桑德奇在圣芭芭拉街，威尔逊山和帕洛马尔山上泛着红光的圆顶屋中的漫漫长夜的观测工作中，对于桑德奇影响最大的第三股力量来自赫马森。他看上去心不在焉，大男孩般的厚嘴唇，戴着有

链的眼镜。他爱说俏皮话，上到八年级就辍学了，凭着天分和勤学好问，从一个骡子剥皮工人、看门人、夜班助理一路成为了一个天文学家。赫马森既是哈勃水平的测量员，又是他最重要的观测合作者。"赫马森是另一类人，他极为细心，在有些方面非常单纯，但善于体察民情。"桑德奇充满感情地说着，"他非常了解人民的生活状况和需要，他知道怎样和哈勃以及其他同事搞好关系，他是哈勃和其他同事之间的调解员。他教我钓鱼，嚼烟草以及做很多其他的事情，特别是如何与他人相处。哈勃主要教我如何给星系分类。"

桑德奇在圣芭芭拉街呆的时间越来越长。每次去的时候都觉得自己像是进入了瓦尔哈拉殿堂，能走在那儿的门厅里，能处理那些底片。那些100或者200英寸望远镜拍摄的底片就像是一种特权，他把这些底片比做"摩西的石板"。大战之前这里的那种正统气氛逐渐在研究生们面前消失了，但这里仍不失为一个伟大的地方，如他所说，"你与绅士的距离永远也超不过十英尺。"对他来说，在那些日子里，科学的巨人就在那镶着橡木的门厅里走来走去。他爱上了这里的图书馆，那里简直是一个圣地，下陷的地板上铺着地毯，周围环绕着的都是从地板到屋顶的光滑的暗色书架，高高的窗子在屋子的一角，上面挂着窗帘，光线从窗帘间透射进来，在这里，没有任何干扰，天文学家可以隐身于此，在几个世纪留下来的羊皮纸星图中徜徉。

1952年，就在桑德奇即将修完自己的学位时，鲍恩在威尔逊山上给他谋得一个职位，那也就意味着与瓦尔哈拉殿堂诸神平起平坐。那正是他一生心愿所及，但照顾那些巨大的望远镜所承担的责任也非同小可。他想到了那些由哈勃、赫马森、巴德和沙普利所进行过的伟大的研究成果，这在其他任何地方都是不可完成的。他又想到了那些需要进行的伟大的计划，他将继续哈勃和巴德的研究工作。"全世界人都知道建造200英寸的望远镜就是为了那些任务，"桑德奇干巴巴地说，"接受了威尔逊山的职位你就应当想要什么样的工作将等待你去完成。"

桑德奇接受了这个职位，但他一年以后才真正上任，他去了普林

斯顿大学学习星球演化理论，那是从他博士论文中的派生出的问题。

1953年9月，桑德奇刚刚回来不久，哈勃因心脏病再次发作逝世。他的妻子格雷斯打电话到天文台告知了这个消息。“那种打击之大，简直令人难以置信，”桑德奇回忆道，“我走出圣芭芭拉街的门外，独自围着帕萨迪纳走了两三个小时。”

据桑德奇和其他天文学家所知，没有举行任何葬礼，谁也不知道哈勃的遗体是怎样处理的。有传言说格雷斯将哈勃火化了。在此后17年间，桑德奇一直坚持到位于圣马力诺伍德斯托克路上的住所看望格雷斯·哈勃。他承认，出于某种奇怪的原因，现在有些迷惑，他一直没有问她丈夫到底出了什么事。

哈勃的逝世并没有马上对桑德奇造成打击，他仍然沉浸于他的星体演化的研究工作，但他知道未来将会怎样。总得有个人去发扬威尔逊山的传统，去完成哈勃探索宇宙大小和命运的计划。

对于人的一生来讲，这既令人惊恐，又是个难得的机会，是机遇，又像一个判决。直到现在，这两种感觉仍萦绕在他的回忆之中，随着他的情绪变化而起伏不定。“哈勃过早的逝世给我带来了责任，”在一个阴雨的下午，桑德奇低沉地说，“当你这样看时，这真的很不幸，哈勃逝世得太早了，他把担子交给了我，继续完成他的计划是一付难以想像的重担。我现在依然将其视为一付重担，但研究星球才是我的最爱，是我的兴趣所在。”

“这一切都是由他制订下来的，”说这话时，他的声音里有一种绝望的调子，“你就好像突然被任命为但丁的书记员，你为但丁工作，而但丁突然死去了，你掌握了全部《神曲》，你会做什么？实际上，你能做什么？”

“一切都安排好了，哈勃死后只剩下我一个人。实现他的计划一直在我的脑海之中。所以我觉得实现他的计划不仅是我的工作，”他解释道，“这项工作是加在我身上的，而且这也是我真正想要从事的工作。”

他停顿了一下，“我要是抓不住这个机会，那才真是傻瓜呢。”

2

糖 果 机

接下来的几年——50年代的早期，是桑德奇科学生涯中最快乐的日子。他简直成了穿轰炸机夹克的王牌飞行员了，他架着200英寸望远镜，自由地飞行着，他对宇宙的探索进展得如此深远，连望远镜的制造者都难以想像。三四十年代不仅是宇宙学革命的时代，而且天文学和天体物理学诸方面也发生了革命，其中包括对星球本质的全新认识，人们了解到星球如何产生、燃烧和灭亡。战争结束后，随着新型望远镜的诞生，人们第一次有机会得以全面检验这些新观念。

在帕萨迪纳天文学家的圈子里，黑尔望远镜被亲切地称为“大眼睛”，但桑德奇更愿意把它想像成一架巨大的糖果机。“我就像一个孩子置身于最棒的糖果店里，店里满都是你想要的糖果，那简直就是生命中的狂欢节。只有我一个人拿着这家店铺的钥匙，而且糖果奇迹般地源源不断地出现。”

桑德奇继承了分配给哈勃的充裕的观测时间——每年可以有35个夜晚独自使用望远镜——同时他也继承了哈勃在测量宇宙计划中所拍摄的底片和收集的数据。新月出现前后的半个月，天空最为黑暗，河外星系如同蔚蓝色的大海，航行在海中的天文学水手，纷纷出现，桑德奇在这半个月中绝大部分时间里，都来往于帕萨迪纳和帕洛马尔山之间。

在作为一个小组成员进行集体观测或者采用凯西格莱因方式观测时，即光线穿过位于200英寸望远镜中心部分的孔，从主聚焦笼反射下来（特别沉重而笨拙的仪器可以悬在孔后，在镜面后部以便分散星光，但加长聚焦光程会导致望远镜的光学效率下降）。有些

天文学家愿意呆在控制室里。那样观测会暖和一些，而且他们可以和夜班助理——就是那些实际操控望远镜的人——开开玩笑，还可以吃吃饼干，喝点咖啡，上上厕所，做一点书面工作，甚至在休息和长时间拍摄过程中睡上一会儿。

可桑德奇喜欢呆在主聚焦笼里工作。

一夜复一夜，他乘电梯穿过黑暗，圆顶隆隆作响，旋转时发出呼呼的声音，仿佛宇宙当中有一架秘密的机器发出的声音，这时，夜班助理就会用军队般的精确性将圆顶的狭槽对准桑德奇设计的第一个观测点。他则会急不可耐地移动几英寸，坐在一张拖拉机手的板凳上，费力地将星图、笔记本和像片底片拖过来。那些底片的乳剂早就在浸透了氢气或氮气中烤干，直到每一粒感光剂都极度渴望地去捕捉那些在人类出现之前就从星系或星球中发出的光芒。望远镜的基座是一个中空的桶，在笼的中间正好形成一个齐胸高的桌子。在那个位置上，主聚焦点聚焦着宇宙的一部分，如满月的一倍半那么大，朝相对两面斜出，巡视和调查着明信片大小的一片区域。而桑德奇独自一人处于宇宙的中心。

爱因斯坦的相对论指出，宇宙的中心可以存在于任何地方，也可以是根本不存在。在每个地方它都是现实，而过去则像一个个同心圆围绕在现实的周围。历史以光的形式，以每秒钟186 282英里的光速追逐着他，这也是一切信息的速度。而200英寸望远镜的主聚焦笼则是时空机器的驾驶室，而且是建造得最好而且最大的架驶室。它那大大张开的镜头在星光照射下放着珍珠般的光彩，指向我们每个人所能面对的惟一的方向——过去。他看到的月亮是由刚刚离开月亮表面一秒半钟的光构成的图像，闪烁着威武的红光的火星则是由它半小时前发射出的光构成，而藏在人马座稠密星云背后的星系的中心，它的光芒则是在三万年前发出的。而那冰冷的目镜，桑德奇通过十字线来观测星球，用它来调整望远镜的精微移动，将它精确地转向所需目标，而且在必要时——通常都是必要的——将其整晚对准一个天体，它所发出的光不过是一眨眼的事情，只不过是十

分之一纳秒之前的事情。

桑德奇吹嘘自己的肾脏是铁做的，他可以爬到主聚焦笼里一呆就是14个小时不下来，那就是整整一个冬夜的观测时间。他开玩笑说，如果他，作为一个观测者取得了什么成功，拿到了什么“糖果”，主要原因即在于他的这项特长，还有就是威尔逊山同事们所制造出的精良的设备。浪漫总是与痛苦相伴。“你坐在那里，”桑德奇干笑着说，“跨在望远镜的基座上，下身紧紧地和冰凉宇宙贴在一起。”冬天他总是穿着一件电热连身衣，就像是轰炸机飞行员穿的那种。

至于观测时所听的音乐通过内部传音系统传入桑德奇耳中，桑德奇偏爱听歌剧。有的时候桑德奇会顶开笼子上的橡胶盖子，用肉眼去观察那未经放大的宇宙。他也可以向两边看看望远镜的情况。在白天看来，那足有一个曼哈顿播音间那么大的，表面由于年复一年的各种事故，上面留下了许多凹陷和裂纹。当我看到它的时候，上面有一处足有盘子大的凹坑，那是一个工作人员一次失手把锤子掉在上面的结果。到了晚上，圆顶向两侧分开，镜头像是一个盛满星星的碗一样，星星在他面前飘浮着，如同一群萤火虫。

这种景象是伟大的，但对桑德奇来说，他最喜爱的是那种孤寂的感觉。呆在那里，他可以想到那些正在收集的数据，对其进行反复考虑。要是这张底片拍好了会如何？如果能见度突然变差怎么办？接下来该做些什么？这些想法在笼子所营造出的一种类似禅宗一般的环境里非常容易出现，那时天地间好像只有他和他的底片，还有宇宙，他们共同吞吐着光芒。

爱因斯坦谈及认识论和量子力学时曾经带有讽刺意味地说，理论决定着人们会进行怎样的观测。桑德奇同意这种说法：人一定要有思想上的准备。

他认为，在笼子里工作时自己的思想更容易受到潜意识的影响。他愿意把人的潜意识想像为一个沉深而隐秘的所在，就像一只大锅炉一样，人的观念、感觉、情绪和梦想在里面慢慢地煎熬，永不停息的骚动着。潜意识有时会像火山喷发一样进入人的意识，比如说

一些新想法或解决问题的手段，它们会同碎石瓦砾一道喷出——骄傲、愤怒、野心、偏见，这一切都是人类创造力的载体。

人无法控制火山，这一点他知道，但人可以做到随时为火山喷发做好准备。如果想要解决问题，思想上一定要做好准备。真理就在你的身边围绕。宇宙只有一个，但各种理论和不同的阐述则完全是一片人类主观的密林。你只能看到你想要看到的东西，或者是你准备看到的东西。

在桑德奇回到圣芭芭拉的最初几年，他忠于职守地为哈勃未尽的计划继续收集着底片，可对这些底片并没有真正进行过处理。数据量就是不够，无论是他还是那些底片，都还没有做好准备，于是那些底片就在他的办公室里堆积起来。

他继续与巴德共同进行已经开始的工作，他们就像是地质学家用锤子一样，用那巨大的望远镜去把球状星团拆成一片一片，来了解其中星球的本质。桑德奇从一开始就对星球情有独钟。同时，星球也是天文学界最神秘的课题，而现在，这场战争已经结束，星球的神秘开始在理论和数据掀起的一波巨大的攻势面前屈服了。星球正在被拆解开来，即使在30年后，桑德奇也会说，他在这一过程中做出贡献是他一生最为骄傲的时刻。

宇宙中燃烧的熊熊大火被分成了令人惊讶的种种颜色：蓝色、红色、黄色、土黄色、白色、绿色、桔黄色；亮星、暗星；双星、三星、四星；一群一队的星球在宇宙尘埃和气体中闪烁；巨大的星云紧密地排列在一起，形成星系和球状星团，它们的光辉交织在一起，变成一片平滑的光芒。宇宙中既有比地球大不了多少的星球，也有一些能装得下几百万个太阳的星球。但在天空的混乱当中存在一种秘密的秩序。星球并不是随意分布的。

这一秘密顺序的最初线索来自于上世纪末，天文学家认识到星球的颜色或者说是光谱的类型，标志着它的表面温度，即外部沸腾的气态表面温度。

1910年天文学家埃伊那尔·赫茨斯普朗格和亨利·诺里斯·拉

塞尔各自独立地想出了通过研究星球的颜色或者温度来确定星球的星等。他们修正了星球的视星等[①]，以便解决由于距离的远近而造成的星等差距（或者因在同一星团中看到同一距离一组星球聚在一起产生的差异）。这样，一个简单的对应关系形成了：星球越热就越明亮。根据这一特点，绝大多数星球形成一条凹形弧线，称为主星序。太阳被称为所谓“黄矮星”，表面温度5 500 K，正在这条主星序的中间部分。在一端的是暗星，呈暗红色。在另一端的则是巨大的蓝色星球，比太阳热十倍，而且明亮一千倍。

主星序到底是什么？这是天文学里的一个大问题。

本世纪早期的一个流行说法是，主星序标志着星球生命的轨迹。就好像保险丝上冒出的火花一样，星球按照主星序的轨迹进行燃烧，开始于蓝色而明亮的一端，在另一端结束时则变冷变暗。好像运动员一样，有他们光辉灿烂的青年时代，然后则暗淡无光。这种理论并不清楚，因为天文学家根本不了解星球如何产生如此巨大的能量。此外，还有一些难以解释的特性围绕着这条被称为H-R图表的曲线。有很多一团一团的星球是异常的，具有特殊的特征。比如，有些红星也是非常明亮的——称为超巨星——而有些蓝星也是暗淡的。它们是什么呢？它们与属于主星序的星球是什么关系呢？主星序到底是什么呢？天文学家把主星序作为研究判断的工具。他们每发现一组新星，就会用主星序来分析，并发现其中缺少的这样或者那样的常见特征——也许在某个星团中没有明亮的蓝星——但天文学家并不了解这意味着什么。这就好像医生来到一个城里，发现这里的人

---

①天文学上按星球亮度排序的方法由古希腊流传下来。希腊人将可见星分为五等，或者五个“星等”。一等星是天空里最亮的星，如天狼星或织女星，是真正的亮星。肉眼能区分的最暗的星为五等星。在17世纪时人们用望远镜看到了更暗的星，这种系统作为标准被确定下来。每一个星等代表的亮度比值约为2.5，所以一等星亮度是二等星的2.5倍，二等星是三等星的2.5倍。五级星等制将亮度分为了100个值。在标准化方面进一步的措施是校正我们在天空中所看到或者测量到星星的星等——即视星等——因为不同的星球因距离不同，星等也有不同。天文学家制订了星球的“绝对星等”，即一个星球在距地10秒差距（即32.6光年）时表现出的星等。但不幸的是，只有很少几颗星球人们能够了解其精确的距离。

各方面全都正常——可就是没有长着蓝眼睛的胖子。只在清楚了解导致这种异常的原因之后，医生才能对这里的人们或者医学情况做出新的解释。同样H-R图表也像是某种象形文字，需要人们去理解。

了解宇宙秩序的第二条线索来自二十年后，那时人们对于热核聚合反应是星球能量来源这一说法产生了越来越多的怀疑。1938年来自康奈尔的汉斯·贝蒂计算了太阳的详细数据（后来他得到了诺贝尔奖）。他声称，太阳就是一枚被引力吸引、由引力提供能量的氢弹。在太阳的中心，预计温度达到15 000 000K，每秒钟有6亿吨氢元素熔合为5.96亿吨氦元素。其他4百万吨，约占总量0.7%，转化为能量。它们变成太阳光，为太阳系中生命以及木星上巨大风暴提供了能量。

这第一个关于星球核反应模型的粗略描述为解释H-R图表赋予了新的动力。由于引力使星球内部的炉火燃烧不停，这一理论预测星球的亮度和温度主要取决于星球物质的多少。最大的星球应该燃烧得更亮，更热，从而消耗得更快一些。因此，主星序实际上就是一个物质的序列，顶端是质量相当于100个太阳的星球，而最下面则是只相当于0.1个太阳质量的星球。在这里，当星球变老时，它并不随着主星序移动，而是一动不动，在它生命的终结时候，它将脱离主星序，膨胀成为红巨星，或者冷却成为白矮星的灰烬。当一组星球变老的时候，它的主星序将慢慢消失。在主星序顶部的最先消失，然后是处于中间的，最后是处于底部的。一组星球的存在时间越长，它们的主星序长度就会越短，位于主星序顶端的星球的亮度就越低，颜色就越红。

巴德带着他一贯的艺术鉴别力和在战争时对威尔逊山独断的态度，又出现在天文学舞台上。巴德发现星系和宇宙中存在着两类完全不同的星球：一类是正常的星球，比如太阳，内部含有氢和氦较重的元素以及其他元素，而另一类是更为古老一些的星球，里面含的几乎全都是氢和氦。后一种比前一种颜色更红，亮度更暗一些，而且发现几乎全都围绕星系中心的突出部分（那些蓝星，则存在于

星系螺旋扭曲的两翼）和称之为球状星团的球状星云当中。

在美国东部，特别是居住在普林斯顿的研究H-R图表的领袖马丁·施瓦茨蔡尔德等理论家们马上认识到巴德的发现等于确认了主星序实际上就是物质序列的说法。位于星系突出处和球状星团内的星球——被巴德称为“第二类”星球——之所以缺少巨大的蓝星，就是因为它们比星系其他各部分的年代更加久远，因此，它们主星序上明亮的蓝端星球已经消失了（实际上已经存在一些理由令人相信第二类星球和球状星团比星系的其他部分更加古老：因为二者都呈光环状分布，就好像当星系还是一团圆球状气体时，它们业已形成，然后星系才开始塌陷，成为像如今的银河系的这种扁平的碟状结构）。

那么，球状星团就像是一支试管，人们在里面研究星球的演化情况以及星球耗尽氢气时是如何变化的。施瓦茨蔡尔德和其他研究者突然想到，只要他们能精确地了解主星序消失的过程已从顶端进行到了何种程度，以及其主星序在哪里被截断，他们就能计算出球状星团（或者任意星群）的年龄，从而进一步算出整个星系乃至宇宙的年龄。巨大的星球演化的速度更快，从而生存的时间更短，所以，主星序同时也就是星球预期寿命的序列。随着时间的流逝，一个星团的主星序会变得越来越短，而主星序的断点处的星球寿命与星团的寿命相同。在主星序断点以上，质量越大的星球寿命就越短，它们已经消失了，而在断点以下的星球还要有几十亿年才会烧尽。只要了解断点处星球的质量，并且采用星球结构和星球演化方面的新理论，算出星球的年代跨度——所有工作就完成了。

当然，这些工作在天文观测上和理论推导方面几乎是不可能完成的任务。想对第二类星球进行采样——它们位于球状星团和星系的中心处——几乎是不可能的。因为它们的距离太远，本身又极为暗淡，而且星团中每一颗星球的特性——星等与颜色——从来没人测量过，也没有计入H-R图表，桑德奇就是在这个时刻加入了进来。

1950年，在桑德奇和阿普共同练习观测和分析M92星团，然后

又独立研究M3这个猎犬座中较大的星团以准备其博士论文的时候，他并不大了解这些新的想法。他认为星球的演化还是遵循着主星序进行的。当巴德把桑德奇和阿普第一次带上威尔逊山的时候，他向他们传授了H-R图表的知识，但巴德本人仅仅是个观测家而已。作为一个观测者，桑德奇觉得无论星球内部发生什么，这些事情都超越了他知识范围和理解能力。他的工作就是做好星球星等和颜色的检测。他想做的就是把H-R图表上的点联接起来，而且直觉告诉他，自己所观测的球状星团非常重要。至于有多重要，他不得而知。

在50年代初，宇宙学方面的重大发现并非来自望远镜观测，而是来自一张坐标纸上，因为此时人们已把一连几夜甚至几年在山顶上观测到的数据表，填入表格以便让人看懂。卡尔文主义者的工作方法，工作要是不做得精确异常就毫无价值，这种工作对桑德奇来讲再合适不过了。尽管有那么多的荣誉，但这项工作依旧十分枯燥。在实际操作中，每一个星团至少先得拍两张底片——一张是蓝色感光剂底片，另一张是红色感光剂底片。两大堆辣椒一般的星团，每张底片上相同的星球都要进行标注与测绘。

桑德奇测量了上千颗星球，绘制出了M3球状星团的主星序，但他得到的却是一张滑稽的图表。下面一半看起来和星系中的任何一个星团的H-R图表没什么区别，但上半部分主星序则完全缺失。所有的由黄色到蓝色的明亮星球根本没有，在它们的位置上，一串小点子从那条简化了的主星序图表顶端画起，一直画到图的右边那些红巨星所在的位置为止。

1952年的一天，桑德奇从圣芭芭拉街的地下室里走上楼来，手里拿着他画的M3星团的H-R图表，碰到了巴德和施瓦茨蔡尔德。施瓦茨蔡尔德经常到帕萨迪纳来，很可能也是在等着这种时刻的到来。“当他看到主星序的断裂处中，他变得非常激动。”桑德奇回忆说。

桑德奇接上了那断裂的链条。他手里拿的，正是施瓦茨蔡尔德不仅用理论而且用详细数据用来解决星体演化问题的资料数据。几

天以后，他找到桑德奇，让他到普林斯顿来住上一年。

桑德奇刚开始时没有理解他的意思，但他最后明白了：宇宙间充满了联系。那些星球就像是打碎的锅子里面的糖果，纷纷落在了他的手中。直到现在，那种令人战栗的喜悦从来也没有消失过。

“简单的说就是一句话，当星球改变其星等的时候是从主星序上消失而不是向上移动。”他说道，当他回忆起探索星球演变的那段光辉岁月时，他目光闪动，手指在桌布边缘敲击着，就像是在弹奏一架想像中的钢琴。“五十年代里，所有这些的东西就摆在那里，等着人们去发现，我还记得当我们第一次发现球状星团主星序的断裂点和转折点时，我们的心情是多么兴奋。突然间一切都变得条理清晰了。”

施瓦茨蔡尔德计划在一年内把桑德奇改造成一个理论物理学家。他们两个人一起追寻着H-R图表上留下的点状轨迹，计算着星球内核的情况，试图把他们得出的结果与桑德奇精心测量的星球颜色和星等对应起来。在普林斯顿，桑德奇把手上的望远镜换成了机械计算机，他不喜欢这东西。

“解决”星球内部问题就意味着，要在每一个内核朝向外边的点上解物理学上四种复杂的方程式。他们使用的美其名曰的计算装置，不过是一台加法机罢了。所有精细的理论问题和微积分内容都变成了没完没了的乘法计算。一次次地按键，摇动手柄来进行机械计算。不仅浪费时间，而且声音嘈杂——啪啪声、咔喳声、啪啪声、咔喳声。理论部分非常困难，但这一切使得桑德奇性格中的卡尔文主义精神更加完备，毕竟这些事情是非做不可的。

每个计算都要花上几百个小时，而描绘星球生命的重要部分需要进行几十次这样的计算，甚至那些看上去枯燥乏味的星球内部氢－氦转化的过程所历经的年代也要去计算，虽然在此期间星球的外部形态几乎没有变化。做这些事情使桑德奇觉得自己变成了施瓦茨蔡尔德的办事员，整天干的就是拉手柄这类事情。

一年之后，桑德奇的工作终于告一段落，计算到当星球氢气即

将烧尽之际，它的火焰发生倾斜，内部开始塌陷，在震动中将星球中余下的物质喷发出来。然后星球会变冷，变红，从而离开主星序。它将成为一个红巨星，半径会有金星的轨道那么大，内核由氦构成。M 3星团里余下的位于主星序顶端的星球，按照桑德奇的计算，以它的质量和温度，它将再燃烧32亿年才会发生转变。这也就是说这个星团本身的年龄至少有32亿年。

桑德奇和施瓦茨蔡尔德本来希望能够使研究工作走得更远。星球生命中那些疯狂而有趣的时代还远远地在前面呢，H-R图谱上还有圆形和相反的轨道，理论难以解释。施瓦茨蔡尔德和他的理论模型要使研究工作结束，至少还需要20年。一个开始于加法机年代的旅程注定要在带空调的大型计算机出现后结束。

但不管怎样，研究取得了胜利。桑德奇能够计算出星球的年龄了。研究成功了，H-R图表被证明有效，星球演化理论是可行的，物理学主宰一切。那些星球虽然年代久远，但并不是久远到无法计算其年龄的程度，星系虽然年代久远，但并没有久远到无限的程度。宇宙是可以测量的。

“一直以来，世界都是理性的。”他解释道，“物理学方程式永远是真实的，从柏拉图的原始模型来说，也是如此。这个世界并不是非理性的。我觉得人的大脑可以理解宇宙的逻辑。我感到快乐，因为这些可以理解的东西，比如H-R图表，无论从物理学定律上，还是星球的化学构成上讲，都是可以理解的，我们只要给星球足够的时间，让它们变老。”

桑德奇工作的重要性，超过了，不，应该说远远超出了星际演化理论和正确的H-R图表这一领域。它给正处于幼年时期的宇宙学加入了一个新的维度。宇宙的年龄不可能小于最古老的星球，也就是说，宇宙本身的年龄至少有32亿年。但仅仅从一个星系的角落观察几颗星球就断言这一点是让人惊异的。阿伦·桑德奇已经测量了宇宙的年龄。1954年，这一成绩使他第一次登上了《时代》周刊的头条。

估计宇宙的年龄有另外一种方法。虽然对于正在膨胀的宇宙所测得的数据还十分粗略，但人们有可能通过追溯测量星系间互相飞离的速度，来推测他们存在于一起的时间——即假设的宇宙膨胀开始的时间。答案是40亿年。

现在存在着两只互相独立钟表。一只是根据正处于萌芽阶段的核反应研究，证明宇宙至少有32亿年，而另一个则同样根据处于萌芽阶段的对遥远星系的研究，证明宇宙的年龄不少于40亿年。两个数字都不够精确得足以使人们谨慎地将它视为最终答案。但对于桑德奇来说这两个数字都接近最终答案的边缘。这些数字可以有助于在他灵魂中形成一个不可动摇的信念，即宇宙膨胀理论一定是正确的。按照天体物理学宽容的容错标准，这两个答案是一致的。其中一个可能差几万年，另一个可能差几万亿年。这是个奇迹，或者应该说是科学才能目睹的奇迹。

同时，这也可能成为一种尴尬局面。很少有天文学家愿意承认宇宙是有开端的这个想法。哈勃和爱因斯坦都觉得这个想法是疯狂的。这也正是宇宙膨胀理论最有缺陷也最不容易让人理解的方面。这不是科学，而是神学。

桑德奇不这么看，他把这事叫做“创世问题”。来自天国的猎犬从来也没有停下追逐他的脚步。50年代中他读了一本存在主义的通俗读物，叫《外来者》，作者是柯林·威尔逊。所谓外来者，威尔逊说，他引用了萨特和陀斯妥耶夫斯基作品中的话，就是一个住在过度的个人思想构成的地狱中的人，他们被束缚在阴郁与狂喜、卑贱的欲望和天使般的牺牲精神之中，而其他的人看起来像是在梦游。这个人的惟一希望，威尔逊说，就是皈依宗教。桑德奇从他的作品中找到了自我——他本人就是个外来者——他极力劝说自己的朋友读这本书。

直到当时，依然很少有科学家愿意非常认真地面对宇宙的开端问题，试图去从科学的角度上研究那到底是怎样的情形。其中一个值得注意的例外就是出生在俄国的天文学家和核物理学家乔治·加

莫夫。加莫夫提出早期的宇宙，除了紧紧挤在一起并且具有高密度之外，而且非常非常的热——有几百万甚至几十亿度。他把膨胀的开始想像为一个热核火球——就是那种能够结束所有炸弹的炸弹，在它的内部存在着创造世界的东西（他称之为“伊莱姆”，一种由质子、中子、电子和伽马射线构成的高密度气体），经由一系列链式核反应转变为各种构成当今世界的东西。在40年代，加莫夫和一群合作者撰写了一系列论文来讲清楚这段热核科学版的创世纪。但不幸的是，他们的计划并没有成功。有些原子核非常不稳定，在形成更加沉重一些的东西之前就又分裂开来，结果形成元素的链式反应被打破了。

加莫夫的小组于40年代末期解体，他们所做的工作被人们所忽视或看不起。小组中有些人离开了科学界，而加莫夫本人则退了休，写了一些科学和宇宙学方面的通俗读物，对下一代人产生了影响。

最后，也许是富于讽刺性的是，有个科学家提出了反对宇宙开端的说法——热核反应以及其他方面内容。这个提法所带来的强烈反应，使得巴德、桑德奇和其他所有人业已开始的对于星球的创生、消亡和重生的重要研究得以最终完成。提出这个看法的人就是弗莱德·霍伊尔。

霍伊尔是英国的天文学家和物理学家。他长着一张蛤蟆脸，戴着厚厚的眼镜，动作笨拙。他对宇宙有开端这一提法深恶痛绝。他把这种说法比做是从生日晚会的蛋糕里跳出来的一个姑娘；简直不够尊重，粗俗不堪。在BBC广播当中，霍伊尔把加莫夫的理论嘲笑为“大爆炸”，后来这个词成了一个标准的术语，他觉得很可笑。

霍伊尔在英国北部的约克郡出生、长大，他是个一生拼命苦干的布商的儿子；他靠着拿到全额奖学金上了剑桥大学，他几乎一文不名，所以说话时一口工人腔调，政治上十分保守，所以经常遭到同学的讥讽。这段经历使他怨恨并猜疑所有现存的制度——无论是社会、科学，还是其他各个方面。他也是一个彻头彻尾的外来者。他说话言过其实，喜欢在学者间挑起争斗。“我从不浪费时间在传

统领域寻找解决问题的办法。”他对《发现》杂志记者说，“因为如果那样也能找得到的话，早就有人做过了。”

1946年，霍伊尔和另外两个自负的家伙——托马斯·戈尔德和赫尔曼·邦迪，发明了一种代替宇宙膨胀理论的理论，他们称为稳恒态。在其中宇宙是无始无终的。这一想法在于，因为星系正在飞散，新的物质会出现填充到星系留下的空旷的空间里，聚集形成新的星系。所以，从大规模上说，宇宙看起来差不多永远不变。

当这一观点于1948年发表后，稳恒态理论抓住了一些科学家的心，这些科学家认为宇宙的伟大就在于其是永恒无限的。霍伊尔的理论被视为较大爆炸理论更为优雅，正是这种特点使得它受到了物理学家的尊重。即使哈勃也将其视为一种健康的发展方向。由于有了两种理论可供选择使得宇宙学研究的任务变得尖锐起来。1948年，霍伊尔到帕萨迪纳来会见哈勃，受到了热情的接待。据格林斯坦说，物理学家查尔斯·劳里森在晚会上对霍伊尔说，“你说的话我一个字儿也不信，但是咱们喝一杯。”

1953年，霍伊尔带着一股怨气从剑桥大学又回到帕萨迪纳。在剑桥，他那无礼又好争论的态度与那些温文尔雅的名人格格不入。在英格兰，宇宙学上的争论已经变成了霍伊尔与他一位教授同事马丁·赖尔之间野蛮的争斗了。赖尔是个自由的射电天文学家，爱穿格子呢，爱流眼泪。

桑德奇对于稳恒态理论的了解主要来自报纸的周日副刊。开始时他对霍伊尔和他的那帮人并没有什么印象，其中有个叫邦迪的，他之所以臭名远扬，是因为提出了一套类似墨菲理论式的东西并称之为定理。

“邦迪，”桑德奇干笑着回忆道，“说过你不要做任何实验，因为两年以后你能做得更好……（邦迪）第一定理是：无论什么时候只要是一个成名已久的理论和观测结果产生冲突，观测结果总是错误的。他在英格兰公布了他的第一定律，威尔逊山上的人读到后就把相信稳恒态理论的人全都开除了。这就是拒绝的开始。邦迪和戈

尔德还有霍伊尔为伍，他们说的话极为无礼，难以让人相信。”

但坏孩子霍伊尔回到帕萨迪纳时，已经不是一个特立独行的宇宙学家，转而变成了一个星体物理学家。正因为这一点，他得到了桑德奇的尊重。

霍伊尔认识到稳恒态模型与竞争对手大爆炸理论同样要解释一些化学元素，如碳、氧、金、铁、氮、铀和铅形成的起源问题。科学家们假设，自然总是会选择捷径的。如果物质可以无中生有地产生，无论是在开始时大量而高密度的产生，还是在长时间内在星系间的空间里逐渐产生——它都具有一种压倒性的可能性，那就是先要产生一些最简单而又最基本的形式——基本粒子，如质子和电子。

两种理论都需要解释基本粒子是在哪里，又是怎样形成化学元素的。谈到怎样形成化学元素问题，两派理论家都承认，其中必然会存在需要高温高密度的热核聚变反应。霍伊尔想要向人们证明，不需要用宇宙开端的大爆炸理论所形成的核反应堆，来解释元素的形成问题，他指出所有的核转化都发生在星球内部。在星球内部，热核的熔炉已经燃烧了几十亿年，因此有足够的时间发生核反应；而根据大爆炸理论，在最初的几秒钟内，根本不可能有机会产生足够的高热与高密度形成热核反应。

举例来说，在加莫夫的链式反应中存在一个缺口：氦元素有两个质子和两个中子，任何一个质子或者中子加入时，产生出的带有五个粒子的原子核还没来得及形成更重一些的元素时，就已经分裂了。1952年，康奈尔大学的科学家埃德温·萨尔彼得向人们展示了（利用桑德奇和施瓦茨蔡尔德的计算结果）在红巨星的内核部分有大量刚刚形成的氦，在偶然情况下三个原子核碰撞后会粘在一起并形成碳原子核。这样，原子量为五的元素的缺陷难题就被绕了过去。

但对于这个说法，根据霍伊尔的计算，他指出萨尔彼得所提到的过程极为缓慢，不足以解释今天宇宙中存在的碳的数量。但霍伊尔本人是个优秀的核物理学家，他认识到当碳的原子核显现出某种特性的时候，其产生碳元素的过程就会大大加快。没有人想过对于

碳的这方面特性进行研究，但稳恒态理论的成败就系于此处。

所以霍伊尔在1953年出现在加州理工学院的凯洛格放射实验室。那是一个老式的砖石建筑，在地下室里密林一般地布满了各种各样的真空管和球形小室，看起来活像是老式潜水钟，在这些小室里原子核可以相互碰撞攻击，从而对于核反应进行测试。在这里就安排了用三个氦原子制造碳元素的实验。凯洛格实验室的领导名叫威利·福勒，他来自俄亥俄州南部，头发花白、又矮又壮、性格开朗，他总爱把自己装成一个好喝烈酒的乡下孩子，可实际上他是个非常有影响的精明的物理学家。

实验获得了成功。碳原子完全具备在星球内部大量形成的特点。福勒相信霍伊尔是个天才，跟着他一起回到了英格兰。一年后，两个人又回到了这里，后面还跟着另外一对物理学家，玛格丽特和杰弗里·伯比奇。杰弗里身材魁梧，长得颇有莎翁笔下福斯塔夫男爵的气度，当他飞快的说话的时候，总爱在对手的面前挥动着一支雪茄，他是个理论物理学家；玛格丽特身材娇小纤细，是个天文学家。

受到了霍伊尔观点的推动，这个四人小组继续合作探求元素的起源。小组成员把他们的小组称为B2FH，听上去就像是个化学分子式——两个姓伯比奇的，一个福勒，还有霍伊尔。他们把工作时间平均分配在剑桥和帕萨迪纳两地，渐渐地挖掘出了元素形成的历史。工作最终达到高潮，1957年他们在《现代物理评论》刊物上发表了一篇长长的论文。可是B2FH的论文既没有给予大爆炸宇宙学理论致命一击，也没有奠定稳恒态的地位（实际上，稳恒态这个词根本没有出现在论文当中），它仅仅作为星体演化理论的一个高潮，而50年之间威尔逊山的观测工作所致力的就是星体演化理论。这篇论文对宇宙和星系提出了一个新的观点，将其视为一个动态演变的机制，星球不再是一个个自行燃烧的火球，而是相互作用的共同体，共同呼吸了星球之间吹动的强风。

现在人们相信星球的故事是这样的。最初星球是处于原始状态的最简单的氢元素和氦元素。一个普通的星球，以太阳为例，将会在几

十亿年间将绝大多数氢元素烧尽，使之成为氦元素，然后结束。在更大的星球里，它的中心在引力的作用之下会挤压到一起，上升到极高的温度，氦元素会被点燃，被烧成碳和氧，然后碳接着也被点燃，形成氖、钠、镁。由于星球质量不同，氖会和氧一起继续燃烧，在这个过程中一直形成到铁，铁是一种最稳定的元素，这一系列过程中的每个阶段的燃烧时间会变得越来越短。星球就会像洋葱一样分成一层一层的，依次为硅、镍、氧、硫和氖。最后内核终于烧尽，不再具备足够的高温来点燃下一层聚变反应，它将会塌陷，产生冲击波将星球的外层抛到空间当中。在极端的情况下，具有一个星系那么大能量的超新星在短时间内爆发出来，引发最后一次疯狂的热核反应，产生一些稀有金属和重金属，将它们抛入星系的强风当中。

这种种爆炸留下的灰烬中富含重金属，它们飘浮在宇宙空间里，和凝结在银河系两翼的气体和宇宙尘埃云团混在一起，在这些混合物中又会不断产生新的星球。整个过程周而复始。每个新一代的星球中所含的重元素，或者说金属（天文学家对于比氦重的元素的一种特殊叫法）的比例就会稍微的高一些。在这个故事里面，星球和星系就是氢气逐渐使自己变成氧、铁、氮和碳这些生命组成部分的途径。星系的化学演变一直在产生一系列核爆炸。

这种想法令桑德奇感到目眩。当他回忆起那个时刻时，我们正坐在圣迭戈海滩的一家餐馆里，在我们正在讨论切萨皮克湾的海鲜时，他突然提高了声音，“对我来说，真的令我震惊的是……你和我，”他大声说着，“我们身上的每个化学元素曾经都存在于一个星球当中。同一个星球。你和我是兄弟。 我们来自同一个超新星。也许人的身体里有很多的混在一起的超新星。”他沉默了一下，然后两眼发光。

“我们曾经都是一个星云。”

桑德奇和伯比奇成了朋友，然后通过他们成了霍伊尔的朋友。当玛格丽特被禁止使用望远镜时，他亲自跑到威尔逊天文台的行政机构为她请命。因为从1905起，黑尔的条令就规定不允许妇女到威尔逊天文台上去。为了遵守这个条例，伯比奇太太不得不假扮成她

丈夫的助手，他们不得不呆在一个远离“修道院”的没有暖气的小屋里。到最后，威尔逊山仍然是男人的天下。

有一次，桑德奇不在家，伯比奇夫妇和霍伊尔住在他家里，霍伊尔在用桑德奇的洗衣机时吃尽了苦头。后来，霍伊尔半开玩笑地说，桑德奇弄坏了自己的洗衣机以便报复他这个异端。

霍伊尔的异端性格和他的坏脾气使他的事业大受影响。他与赖尔的冲突使他失去了主持天文学院的机会，他一怒之下离开了剑桥。而后来失去了获得分享诺贝尔奖的机会，也很可能与他拥护所谓生命形成于外太空，然后降落于地球这样的看法有关。1983年福勒与因研究星体演化理论出名的萨布哈曼伊姆·昌德拉塞卡分享了诺贝尔奖。

桑德奇说，“我认为霍伊尔无论过去还是现在都更关心所有的天体能够怎样，而非世界现在怎样。任何在物理学逻辑上可接受的事情，只要哪怕是对物理定律改变那么一点点，都会引起他的兴趣，让他去推断，而哈勃则是个绝对的经验主义者，他总是会问，‘那东西到底是什么样的？’”

不管怎样，对宇宙学方面的问题的争论还在继续。这对桑德奇来说没什么关系。

稳恒态理论在他看来是个愚蠢的理论，但最终做出决定的还是宇宙本身。

3

宇宙模型之战

在这场大爆炸与稳恒态理论之间的争斗中，天主教会很快就确定了自己该站在哪一边。1951年教会在梵蒂冈召开会议，教皇皮努斯十二世宣布，大爆炸理论与天主教的正式教义相符。这听起来当然很好，但从科学上讲并没有什么意义。所有的结论还都不成熟。桑德奇知道所谓宇宙膨胀理论，虽然关于它的争论，对于报纸读者和宗教神秘主义者充满了吸引力，但它仅仅是建立在二三十年代所收集的很少的证据基础之上。桑德奇明白，要想确定我们所居住的宇宙到底是怎么样的，只能靠他现在慢慢但是系统地积累起来的数据资料。在50年代的中期，他开始掌管这项工作，到了50年代末，他将成为新一代的哈勃，他将比其他任何人都更加了解宇宙。

在桑德奇讲述宇宙膨胀这项发现时，他宛如在讲述一个古老家族的传说，就是那一家族中一代又一代人在假日里聚在一起时讲了一遍又一遍的故事。从某种意义上说，它也的确是个家族的传说，其中宇宙学家的圈子很小，在一张餐桌上吃饭完全坐得开。对于桑德奇来说，宇宙学的历史里充满了各种小小的道德教育内容。

第一条就是，如同巴斯德所说的那样，“机会青睐有准备的头脑”。赫马森还在努力学习天文学，为沙普利做夜班助理时，他拍摄了一些仙女座大星云中M31星团的底片，送到沙普利手中。在底片没有感光乳剂的一面，赫马森用墨水标出了几个光点，指出这可能会是变星。而沙普利认为银河系就是整个宇宙，而那些螺旋星云

不过是局部的气体漩涡罢了。他一边向赫马森解释说它们不可能是星球，一边把那些标记擦掉了。“沙普利曾证明说星云不是单独的星系，”桑德奇说，“但他没有准备好，去看到那些证明星云就是星系的证据。”

几年以后，哈勃在仙女座大星云和其他几个星云中识别出一些亮点，与赫马森发现同时也是沙普利擦掉的亮点十分类似。这些亮点实际上是一些称为造父变星的星球。造父变星（因首次发现的德尔塔号造父而得名）有个非常容易辨认的特征，即它们所产生的光线明暗变化呈一种有规律的锯齿状模式，其周期与星球平均的绝对星等成反比——也就是说，造父变星越亮，他们的脉冲速度就越慢。哈勃所要做的就是测量这个造父变星的周期和视星等来计算它们距地球的距离。当他在1924年完成了这项工作后，所得答案是900 000光年。这样M31星团作为一个完整星系的规模和特征就完全出现在人们面前了。一个在底片上看来直径只有几度的光点，实际上却是一个直径100 000光年明亮而巨大的风车。

作为威尔逊山学派的一名绅士，在哈勃公布这项发现之前，向哈佛的沙普利发出了一封非常礼貌的短信。“你知道，”桑德奇干巴巴地说，“他们之间相互憎恨。”

其后5年就出现了宇宙膨胀理论。

哈勃确定了星系是什么之后，他就开始研究星系是如何在空间分布的（这一问题在半个世纪后仍令他科学事业的后继者争论不休），以及星系是否运动及怎样运动。他又一次发现自己从前人因缺乏想像力或者勇气导致的失败中受益匪浅。

头一个有机会洞悉星系飞行特点的是维斯托·斯莱弗。他受雇于珀西瓦尔·洛厄尔——一名波士顿贵族，着迷于火星上生命的空想家，主要观测火星上的运河。斯莱弗也进行了一些真正意义上的天体物理学研究，但在1914年，他收集了13个神秘的漩涡状

星云光谱[1]资料。他寻找证据，想证明星云在旋转，因为如果按照一种理论，星云是凝结成星球的漩涡，那它们应当是旋转的。这时他发现了一些更奇怪的事情。

当一个星球，例如太阳所发出的光线在光谱仪上被分成一道彩虹时，在一定的波长上会出现暗色的线条——而且总是出现在相同的波长上——就像是在星球的光线上刻出的凹口。这些就是气态星球本身的一些特定原子吸收光线的波长。例如钙元素的标记，就是在光谱蓝色端出现两条深色线条，弗朗恩霍弗这位先驱将其标志为H线和K线。在斯莱弗的星云光谱中，整个线条的结构偏移出了实验室里测出的它的正常波长，就好像一个被摘下的面具，滑出了光

①作为一种科学仪器，19世纪光谱仪的发明或者说是发现，其重要性堪与望远镜本身相比。就如同一支管弦乐队奏出的乐曲是各种声音的混合一样——有高音，有低音，还有和声，由一个星球或者任何光源所发出的光很少是“纯净的”，通常也是各种波长的光线的混合体。在光谱仪里面，有一个棱镜或者是散射光栅，用来“分开”光线，并将其投射到不同波长的分量当中，就好像一滴雨点能将太阳光散射成一道彩虹一样。这样物理学家或者天文学家就可以了解那些波长的光存在，而哪些波长的光缺失。

我们所说的可见光包括光谱蓝色端波长在4 000埃（0.00004厘米）到红色端波长为7 000埃（0.00007厘米）的电磁波。

约瑟夫·弗朗恩霍弗将分光镜对准太阳，发现其光谱被无数的暗色线条所打断，就像是人类牙齿间的缝隙一样，就好像在这些太阳波长的部分被刻出了很多的凹口。当分光学家在实验室里试验取火镜或者辉光镜上的新仪器时，他们也发现了光谱上的这些线条——他们所研究每一种气态元素都带有一种不同而且独特的光谱结构，就如同他们的“指纹”一样。例如，钙表现出在光谱蓝色端有两条非常接近的线条。而氢则产生非常清楚的、间接合谐的一组线条——从蓝色端一直到红色端（或者说从短波端到长波端），线条与线条之间的保持稳定的三至四个波长计数单位。这种结构令每个天文学家都铭记在心，因为氢是星球和宇宙当中最为丰富的元素。只有认出了这种光谱中线条的熟悉结构，天文学家才认识到构成宇宙中其他（可见）的部分的物质与构成地球的物质是相同的。

随着量子力学的到来，光谱线条结构在20世纪一二十年代得到解释。根据这一理论，原子只能在不连续的，被称为量子的点上吸收或者放出能量，由其内部的原子结构决定。这就意味着原子只能在适应其量子能量的特定的频率或者波长上吸收或者释放出射线。如果原子位于我们与一个光源之间，就好像位于星球表面上的原子那样，他们就会吸收射线在光谱上留下暗色带。如果原子本身被激活，就好像火焰或者霓虹灯或是一些气态（非螺旋式）星云上的情况那样，他们就会释放出射线，他们的光谱上就会出现明亮的线条。

谱。这件事本身并不重要。光是一种波，物理学家很早就知道移动光源发出的光，在静止的观测者看来，它的波长会发生改变，就像汽车马达的声音一样，汽车来到你面前时，马达的声音就会高些，而当它离开时声音就会低一些。这种现象被称为多普勒频移。天文学家已经开始用它来研究星球的移动，甚至是星球内部不同物质层的移动情况了。

朝我们方向运动的物体，其光谱线条会有规律地向光谱的蓝色端，即短波端移动；而离我们远去的物体则产生红向移位现象。移动幅度越大，说明靠近或者远离的相对速度就越大。

星系中的星球相对于太阳都在进行着靠近或者远离的运动：有些产生蓝移，有些产生红移。人们根据这一点，期待着看到星云也在做着同样的无序运动。但斯莱弗的数据所表现出的却并非如此。

除了仙女座漩涡星云是个例外，所有星云的光谱图都产生了轻微地移向红色端，即长波端。如果我们按所熟悉的多普勒频移得出结论，就意味着几乎所有的星云都在以很高的速度离开地球，离开银河系。

一头雾水的斯莱弗在1914年把他的发现上报到了美国天文协会，其后十年间，他一直在收集星云光谱和移动速度的资料，但由于天文学家们不了解星云的本质和大小，他试图了解这种星云运动基本格局的努力以失败告终。

在20年代中，随着探索M31星团的工作，哈勃得以推测地球与几十个星系——或者若干组星系——之间的距离，这些星系在当时看来还不过是夜空里的一个个光点而已。他把距离最近的星系中的造父变星当做出发点开始他的研究工作。在他研究的样本中最远是位于室女座的一片包含一千多个星系的巨大云团，其距离按哈勃估计有500万光年。

当哈勃天真地把星云的距离和斯莱弗没能发表的光谱（还有一些他自己测量的光谱）相比较时，他才发现他所进行的研究将是二十世纪最重要的内容，将是有史以来最为令人震惊的发现——这一事实超

越了所有现存的科学研究——这个秘密将萦绕在他本人、桑德奇还有将来几代的宇宙学家周围，促使他们去观测天空，去探索黑暗的天空里星系间的种种结构，去发现那些如此接近于永恒的各种粒子、力、维度和能量的迹象，去在那无精打采的空旷的夜空里寻求对于时间的本原和命运的一些答案。所有一切都来自座标图上云雾状的圆点，但对桑德奇来说，那情形就好像一个健忘症患者望着柜门上的标记，他小的时候，曾在那里量过身高，这使他回忆起他的年轻时代，回忆他儿时的事情，回忆他出生时的样子，因此也许会死去。

哈勃推测出来的结构异常简单，这令人难以置信，同时也让人不安。星系越远，它的光谱上吸收光线的线条就越向红色端方向偏移。如果这些红移完全由多普勒频移造成——这是最为传统的解释——也就意味着星系的距离越远，它飞离我们的速度就越快。在他样品中距离最远的星系——在室女座星团中心的星系，他推测有500万光年那么远的那个——同时也是飞离我们速度最快的星系，它离开我们的速度是每秒1 200公里。

哈勃看着这些云雾般的圆点，在上面画出一条直线，穿过它们，然后就发明（发现了）永远被称为哈勃定律或者哈勃膨胀的定律：星系的距离与其“红移速度”成正比。

这张坐标图上画满了云雾般杂乱的点子，被各种教科书和杂志转载。以后若干年中，每当桑德奇看到这张图时，他就会惊叹不已。

“科学中充满了错误的线索，”他说道，“错误的线索比正确的要多得多。哈勃有一种令人难以置信的能力，他能穿过那些错误的线索构成的迷宫。他拍摄的底片不是非常好，他并不是一个出色的观测家，但他每一次都能分毫不差地走向真理。绝大多数自称客观的人到头来得到了错误的答案。你必须知道什么应当忽略，什么不能忽略。绝大多数人们受到了误导，实验科学并不像他们相信的那么纯粹。”

哈勃定律意味着什么？如果它是正确的，那么至少哈勃发现了一种强有力的方法来绘制全宇宙所有星系的位置与分布情况：只要拿上一张光谱，测量它的红移程度，再乘上一个常数，就得出了宇

宙距离。更重要的是，如果哈勃定律在全宇宙都适用的话，那么他也就发现了自然最为中心的法则。那种长久以来宇宙稳定不变的观念就永远地消失了。我们除了把自然比做一个巨大的爆炸，再也没有更好的比拟了。而天文学家的智力水平高低就完全取决于哈勃是否是正确了。

哈勃和他的观测助手赫马森开创了一种宇宙学上的飞跃方式。测量一些星系的距离，测量其光谱线条上红向偏移度，检查是否仍与其速度成正比，然后继续向远方进发。

但他们向宇宙中看得越深，距离的标准就变得越发的令人失望。专业性更强，而记录研究必备的星系光谱的时间也变得越来越长。有的时候，要用一整夜的时间才能把一个星系的光谱一点点分到底片的感光乳剂上，为了使望远镜顺利地追踪目标，赫马森挂在望远镜上就像一个配重物一样。

"哈勃派赫马森去研究红移问题，而自己来计算距离。"桑德奇回顾那时的情景说道，"他们勇往直前，从1929到1931年，两年时间他们把这个定律从一个假设一直演化到证明星系的飞行速度为20 000公里每秒。哈勃几乎立刻就明白了这意味着什么，就是星系角度大小的变化与其红移的深度成反比。他知道他发现了某些伟大的事情。他知道这是科学史上最为重要的发现。"

1935年，赫马森测量了大熊星座的一团星系，发现其飞行速度为每秒26 000公里——约为光速的七分之一。在这个距离哈勃定律仍然有效：宇宙依然在膨胀，如果它真的是这样运动的话。

哈勃图表上直线的斜度——即红移速度与距离之比，甚至在哈勃去世之前就被广泛称为哈勃常数，即H0。它在1929年的值，按照宇宙学计算单位的精确计算，为530公里每百万秒差距[1]——说起来

①由于历史原因，天文学家用秒差距来度量距离。一秒差距就是从地球围绕太阳轨道的相反一端每6个月观测一次，一个星球在天空当中的相对位置在一秒钟之内所移动的弧度。它大约等于3.26光年或者20万亿英里。这样的视差单位，用来计算星球间距离，或者从这样那样的基础上量度整个宇宙的大小，是最为可靠的计量数值。但它们只对距离最近的，天文位置通常大约精确到十分之一秒弧度的星球有效。

很麻烦，但它的意思就是，在空间里每距离100万秒差距（就是大约326万光年），星系的运行速度就会每秒加快530公里。哈勃估计他提出数值的误差在百分之十五左右。

实际上，爱因斯坦的广义相对论早就表明，他预测星系就像是发酵后的蛋糕上的葡萄干一样，被来自时间与空间本身神秘的爆炸力量推向四方。但哈勃工作时并不知道爱因斯坦的理论，他不愿意在自己严肃的数据之下得出这么伟大的结论。他告诫人们，实际上红移现象可能根本就不是经典的多普勒频移，而是一种新的物理现象，也许该被理解为“视速度”。天空中可能有1 000亿个星系，而到目前为止宇宙膨胀的结论仅仅是在研究其中200个的基础上得出的。

但不管他在提出红移单位的暗含意义时是多么不情愿，他还是认识到，这个单位在他研究局部宇宙环境时为他提供了一个经验主义的米尺。桑德奇成长过程中，宇宙的样子就是如此：太阳在银河系这个含有1 000亿颗星球的，扁平的风车状星系边缘。银河系的周围围绕着两个云雾状的星球的集合，称为麦哲伦星云，整个银河系位于一组雪茄状的由一打半星系构成的集团的一端，它们共同在一片空间中运动，被称为本星系群。这个群体中的其他成员还有银河系的双胞胎，M31星云，仙女座大星云和小一点的漩涡状星云M33。

其他是由一打左右星系构成的星系群——巨大的漩涡体和这一结构旁边散落的零星星体——分布于附近的空间里。所有这些与位于室女座的巨大星系团相比都显得小了很多，因为有一千多个——也许是5 000多个——星系挤在室女座。这就是哈勃能够直接了解到的地方的最终坐标了。

越过室女座以后，勘测者所能凭借的惟一标尺只有红移速度了，即使这一点也非常难以取得，因为星系实在是太暗淡了。只有每个星团中最明亮的星系才能监测得到。在远方的武仙座、后发座、大熊星座、英仙座、人马座都有更大的星团。在这些星团的照片上，宇宙中最大的物质团，宇宙像落在窗子上面的苍蝇一样拥挤着：细

小的风车状的、点状和能够从侧面看得见的银色螺旋状薄片，像是被绕住了腿的蜘蛛。

在威尔逊山照片的最深处，星系的数量比星球的数量还多，看上去就像软软的刺球，一层灰色压着一层灰色，轻轻步入夜空。通过计算数量和星等，哈勃得出结论它们的分布是均匀的；他说，天文学家对于宇宙的探索已经非常深远了，因此可以提取一个合适的样品来代表整个宇宙。

哈勃发现构成星系的样式是有限的。绝大多数星系要么是椭圆的——淡红色，圆圆的，毫无特点——要么是漩涡状的。如银河系和M31星云。他进一步将漩涡状星系分为正常的和那种两翼离开中轴底端的。漩涡状星系占整个星系的80%，绝大多数都是松散的或者像本星系群一样几个聚成一小堆。而椭圆状的星系则构成大的星团，如室女室星团。

这种星系类型图看起来就像是一只音叉。叉柄部位是椭圆形星系，拉得最长的E7在最下面，最圆的E0在中间，而被叫做S0的星系，则呈扁平的螺旋碟状，没有明显的两翼和巨大的核心，伸出两支旋臂。漩涡状星系有绕轴和不绕轴两种，分类则从两臂紧紧绕轴，中间有一个突出核心的a类，一直分到两臂松散闪亮，核心干瘪的c类。也许像哈勃这类处于渺小星系中心的观测家，会梦想或者自负地认为这张音叉图在研究星系方面所起到的作用，将会被人看做等同于H-R图表在研究星球中所起到的作用。但是，任何人对于星系的了解都远远不足以做出这样结论。星系会演化吗？如果会，它们向何方演化？是什么使它们变成了今天这个样子？

哈勃用一种诗人和预言家的口吻结束了他的《星云王国》一书，“对空间的探索，以这样一个不确定的符号结尾。而且必须如此。按定义，我们处于可以观测到的世界的中心。我们对我们的近邻了解颇多，随着距离的增长，我们的知识减少了，而且减少得非常之快。最后，我们到达了一个模糊的边界——我们望远镜的最大极限。在那里我们只能测量影子。我们在那些形如鬼魅一般的错误方法中

间寻找着界标，那些界标也并不更比错误更加实在。”

桑德奇重复着这些句子，不禁感到一股寒意，他的声音已经有些疲倦的迹象，就像是水手听到了远方危险的女妖的呼唤。

1954年的一天，女妖的呼唤终于传了过来。米尔顿·赫马森到桑德奇的办公室登门拜访，他提出了一个要求。从某种意义上说，他希望桑德奇接管工作，成为新的哈勃。

《星云王国》发表20年后，哈勃、赫马森和来自位于圣何塞的加利福尼亚大学利克天文台的天文学家尼克·梅奥尔，在探索宇宙，以及用比哈勃所开创的方法更系统的方法来研究星系巨大星云的方面，做出了巨大的努力。他们在梅塞和他的后人编辑的各种星系目录的基础之上，开列了850个可见于北半球的星系，并艰苦地测出了每个星系的星等，并记录下其光谱情况，以便确定其红移速度。梅奥尔用利克天文台的直径36英寸的反射望远镜观测了一些较明亮的，从而也容易些的星系。赫马森用威尔逊山和帕洛马尔山上的巨型望远镜观测了一些较为暗淡的星系。这是迄今为止对于宇宙做出的最为广泛的观测。而哈勃则负责对所有的这些数据进行宇宙学意义上的分析。

现在赫马森和梅奥尔准备发表他们的数据，赫马森要求桑德奇来顶替哈勃的位置。桑德奇感觉自己像个冒名顶替的家伙，想到自己在这里工作了20年，自己的名字将取代哈勃，登上这十年中最重要的宇宙学著作，他有些负罪感，桑德奇有点怯场了。可反过来说，“能够受到邀请，参加到把宇宙膨胀理论和观测数据联接在一起的重大工作中，这是多么令人兴奋的事情呀！”

桑德奇的具体工作就是分析星系视星等与其红移速度之间的关系。假设在某个时刻宇宙中所有的星系内部的亮度全都相同——就如同他们是瓦特数相同的灯泡，但人们并不知道这个瓦特数值——即所谓的标准烛光值。在那种情况下，星系的相对亮度就会与其相对距离的平方成反比。简单地说，一个在照相底片上亮度是另一个星系四分之一的星系，其距离是那个星系的两倍，而且，如果哈勃

定律成立的话，其飞行速度也是另一个星系的两倍。而另一个亮度为此星系百分之一的星系其离开的飞行速度是这个星系的十倍。桑德奇知道宇宙形成的公差不可能如此精确，但大量的星系研究过程中，统计学都明显地倾向于哈勃定律。它的确如此。通常情况下，桑德奇发现，当星系的视星等上升（也就是说，他们变得暗淡）①，它的红移速度也相应成比例提高，正如哈勃定律指出的那样。数据本身十分纷乱，就如同哈勃的那幅原图一样，但他可以通过他的观点画出一条直线来。赫马森和梅奥尔的数据显示出红移速度为100 000公里每秒——相当于光速的三分之一——而哈勃定律依然成立，宇宙依然以同样的速度向着各个方向膨胀着。

此外，有一个小类的星系的确表现出普通电学方面的精确性。这次测量包括18个“富有”星团，每个星团都包含上千个星系。这个星团中包含着大量的椭圆形星系：淡红色的圆形星系或者雪茄形的星球的聚合体，如同球状星团，但更大更亮。在每个大星团中都有一个椭圆星系——一等椭圆星系——要比其他的星系更亮；通常它处于巨大的星系云团的正中心。这些一等椭圆星系常常是所有已知星系中质量最大也最明亮的。哈勃和赫马森假设他们代表了自然界对于星系体积的一个限度，他们在1931年推测，当这些一等椭圆星系出现时，就意味着这些星系的内部结构是相同的：就像是自然界中的标准灯泡。

桑德奇分别把这18个一等椭圆星系的数据绘制到图上，发现他们的星等与速度精确地成正比例分布，完美地符合哈勃定律。他们都落在一条直线上，桑德奇喜欢这样说，就好像一个豆荚里的豌豆一样。

说的准确一些，这是一个循环论证问题。桑德奇用哈勃的膨胀理论来证明巨大的椭圆星系是一致的，反过来又用巨大的椭圆星系的一致性来论证宇宙膨胀理论。两者是一致的，但如果红移现象另有其他源头，那么整个计划就会破产了。完全证明椭圆星系一致性

①请注意暗淡的物天文学星等较亮。

的惟一途径就是不使用红移方法，单独测量它们的距离。

但是，桑德奇心灰意冷地认识到，哈勃所标出的距离是无比巨大的。为了跳出星云的世界，哈勃一次又一次采用了近乎疯狂的计量尺度。一开始用的是造父变星，但它们从本星系群以外的星系看来过分暗淡了。于是，哈勃又进一步使用每个星系中最明亮的星球作为标准，最后他不得不用整个星系来做标准了。

巴德在1952年对于哈勃测得的距离做出了第一次修正，而桑德奇发现了更多的问题。哈勃把气态云雾和红星搞混了，因此那些他用来校准星球、云团和星系的星球本身的测量就发生了错误。桑德奇说，"他能发现点任何东西，本身就说明哈勃是个天才。"

在赫马森－梅奥尔－桑德奇所著论文的附录里面，桑德奇在1956年报告说，星系的距离是哈勃原先估计的三倍。实际上，我们了解的整个宇宙也变成了原来的三倍。他因此总结说用每秒每秒差距单位量度，哈勃常数应该是180。宇宙大了三倍同时也就意味着它的年龄也大了三倍，约为55亿年。原因就在于按照他们测得的红移速度，星系分离到原来位置的三倍，需要的时间也应该是原来的三倍。桑德奇从而开创了一种趋势，这种趋势贯穿了他的余生。

"你瞧，"他有一次解释说，声音非常地柔和，甚至带点歉意，"哈勃算出的常数是530。如果他说了530，那么从西奈半岛走到我们的成功之处，就需要很长的时间。我们仅仅走了十分之一的路。1956年来到时，赫马森和梅奥尔算出了他们的红移速度，在附录C中我们得做点什么。我们做的就是这些。我们在校正和测量距离方面迈出了一小步。"

这篇在1956年的报道，奠定了桑德奇作为哈勃继承人的地位。"宇宙的诞生追溯到了大爆炸时代"，《纽约时报》的头条新闻用了这样的题目，威尔逊山将其由"助理天文学家"提升为"天文学家"。

一年之后，桑德奇被美国天文协会授予海伦·沃纳奖，这一奖项专门发给做出杰出贡献的年轻天文学家。他需要做一个获奖报告，

“报告的题目叫《地外星系距离尺度的现有问题》”他沉思了一会儿。“我们在获得新的数据方面并没有走得很远，这项事业开始于1950年，但几乎没有什么数据得到了归纳，实际上我们根本就没去归纳这些数据。我试图用当时所能了解的知识来修正哈勃工作链条上的每一个步骤。我在那篇论文中写道，用所有这些修正后的数据，哈勃常数应该为75，现在我不知道自己是不是应该说，这个常数可能是50。”

“现在很清楚，这场战役应该直接面对宇宙强有力地展开。”

1957年，桑德奇受邀到哈佛进行了一系列的讲座。在月复一月穿梭于在山顶之间的日子过了许多年之后，在哈佛，有生以来他第一次获得了暂时的空闲。他遇到了玛丽·康内利，一名拉德克利夫的研究生，当时正在霍里奥克山任教，康内利和桑德奇一样，也是生于中西部地区。她在印第安那大学上的大学，然后来到了拉德克利夫读研究生。他们于1959年结婚，在阿塔迪那买了房子，房子位于帕萨迪纳以东的威尔逊山下的小丘之上。那台让霍伊尔大出洋相的洗衣机就在这座房子里。

康纳利的天文学事业受到了来自日常家务事的干扰，她只能帮着丈夫算些数学题，整理些概要什么的。桑德奇有一次这样解释道：“她觉得没办法和我一起进行天文学研究，因为我使她内心感到很大的压力。我习惯严格要求别人完成工作，所以她最好找些别的事情干干。”

后来，两人生了两个儿子，大卫和约翰。桑德奇曾经列举过自己的爱好是音乐和园艺，虽然他后来对烹饪表现出极大的兴趣。可实际上他根本没时间来做任何一件他喜爱的事情，除去在周六的下午听听歌剧之外。毕竟他在新月的时候不能呆在家里。他觉得一家人最幸福的时候，是一起在澳大利亚住的14个月时间，那时，他们住在斯特罗姆洛山天文台，他在那里观测南部的星系。

作为一个天文学家，桑德奇正在大步向前。他现在两只手抓着50年代末重要的观测计划，那是极为漫长、深远又极为雄心勃勃的

工作，其中的任何一项都能让一个天文学家功成名就，但这些工作加在一起，其意义不下于重建整个天文学科。如果他想解决宇宙中的问题，想成为哈勃，他就要把一切做得尽善尽美。必须有人去校正造父变星的观测值，必须有人去修订主星序，有人去检测椭圆状星系的设想，有人去……这个人就是他自己。他一个人独占着世界上最大的望远镜。他找了各种各样的合作者，结果把他们都累得要死。

慢慢地，巴德和赫马森都退出了观测活动，他们拍摄的底片，和哈勃拍摄的一样，都堆到了桑德奇的办公室里，而不是威尔逊山的放底片的地下室里——那是一间楼梯下面的地下室，里面的文件箱一直堆到天花板那么高。他把那些底片用一个特殊的文件箱装好，只有他自己有箱子的钥匙。“巴德和赫马森退休后，整个星云研究系只剩下了我一个人，”桑德奇说，“从那时起，我就坚持着孤军奋战了。”

桑德奇知道这场战争要付出长久的努力，他也知道自己并没有准备好。遵循哈勃的指令是一回事——而成为哈勃，领导探索宇宙的工作又是另一回事。50年代末他开始重新学习宇宙学和广义相对论，去理解和掌握那些在上研究生时一带而过的方程式，他感到有些伤心。“现在，你要记住我上研究生时的导师之一就是H·P·罗伯逊，”桑德奇解释说，“H·P·罗伯逊是他那个时代最伟大的理论宇宙学家。他在我上研究生的最后两年中从普林斯顿来到加州理工学院，所以我上了他教的数学物理方法课。他推动着我学习，哈勃也在推动着我，所以我觉得有责任弄清这些东西中的一部分。”

爱因斯坦是这条令人乏味的路上的第一位先行者：1917年，在他完成广义相对论一年半之后，他试图将这一新理论运用到宇宙研究中去。根据广义相对论，物质或能量（实际上的相同的）使时空发生扭曲，就像是一个熟睡的人把床垫压陷一样。爱因斯坦提出，整个宇宙就是一个最终会下陷的床垫子。他提出整个宇宙的自身重量会使时空扭曲，最后转回头把自己围绕住，和气球的表面非常相

像。这样，就解决了一个古老的，令哲学家尴尬的谜团，即空间尽头的那边是什么？宇宙之外有什么？爱因斯坦突然觉得这种解释极其疯狂，以致于他开玩笑地说，自己有可能“被关进疯人院”，因为按他的图示说，宇宙没有尽头，也不存在宇宙的外边。人向任何方向无限远地射出一支箭或者一束光，最后它们将会回到原地，击中发射者的后背。

但这种弯曲回环的空间存在一个问题，他所提出的结构是不稳定的，有可能飞散开来，也可能轻轻一碰就塌陷了。爱因斯坦或者其他的任何人都不了解星系。他认为宇宙是一片稳定的星球构成的云雾，这个想法被他那个时间的绝大多数天文学家所支持。为了解释他的弯曲宇宙为什么不会像个被拆掉的帐篷一样倒下去，他用一个术语，捏造了一些方程式，后来称其为宇宙学常数。这个新的术语产生了一长串斥力来对抗引力。尽管在数学上与相对论一致，但这个常数使方程式变得面目可憎，所以爱因斯坦从来没有真的喜欢过它。这些事发生在1917年，就是哈勃向人们证明宇宙中充满了看上去相互飞离的星系的12年前。

爱因斯坦听说了哈勃的发现后，他放弃了宇宙学常数，将其称为自己学术生涯中最大的错误。在这个关键的时候，爱因斯坦对于其理论的优点失去了信心，他对证明宇宙是稳恒态的证据产生了怀疑（与爱因斯坦处于同一时代的艾丁顿后来一语双关地说，任何实验，如果不能用理论来证实，都不足以令人相信）。如果爱因斯坦能够坚持继续战斗，他将会做出科学史上最为重要的预测，那就是，宇宙是膨胀的。就在那个时刻，宇宙将爱因斯坦和他的同事引入了一场欢乐的追逐中。

对于爱因斯坦来说，他坚信在广义相对论方程中，如果周围没有物体能够弯曲空间，则问题无解，所以，一个空的宇宙是不可能出现的，但他错了。在他提出自己的宇宙解释后不久，他的朋友，荷兰的天文学家威廉·德·西特挫败了他的看法，他对于爱因斯坦的方程式提出了自己的解法，描述了空的宇宙，其中根本没有物质，

只有一个宇宙学常数。德·西特的宇宙模型也是按照稳恒态进行推测的，但它有一些令人好奇的特征：如果一点点物质——比如说一个原子被引入其中，这个粒子看上去就会飞离开来，就好像被一种宇宙力量推动一样。更加令人好奇的是，钟表离开观测者的距离越远，走得就会越慢，就好像从远处的物体——星球或是星云——发出的光芒——看起来波长会变长，或者发生红移一样。德·西特的宇宙模式在天文学家之间广泛讨论，而哈勃在搞清了星云的本质后，对于星云进行系统测量，部分原因也是为了研究红移现象与距离之间的所谓德·西特效应而进行的。在他著名的宣布红移-距离效应的论文当中，哈勃惟一点头认可的理论，就是他认为自己的新阐述可能代表了德·西特效应，他还是像以往一样低调。”这样，数字数据也许可以被引入对空间整体曲率的讨论当中。”

在20年代早期，亚历山大·弗里德曼，一名住在现在称为圣彼得堡的多病的天文学家，迈出了被爱因斯坦放弃的一步。他没有接受稳恒态宇宙的限制，发现爱因斯坦和德·西特所提出的解法都仅仅是整个宇宙膨胀理论中的特例。弗里德曼表示，即使采用宇宙学常数，爱因斯坦方程所描述的也是一个动态的宇宙，一种机制，会像一个搏动的心脏一样膨胀和收缩。爱因斯坦先是嘲笑弗里德曼的数学水平，后来还是承认了他的观点是合理的，但他还是怀疑宇宙有开端的这一事实的含义是否具有物理学意义。弗里德曼37岁时死于斑疹伤寒。他的作品虽然当时发表于主要学术期刊，但还是被人忽略掉了，因为整个作品看起来像是数学游戏，与现实世界没有关系。

阿贝·乔治·勒梅特，是比利时物理学家，天文学家，同时也是牧师，他是下一个拾起这条线索的人。1927年他独立地重新发明了宇宙膨胀理论。勒梅特在麻省理工学院获得博士学位，了解哈勃和其他当时著名的天文学家，同时，作为一个天主教徒，他绝对不会回避宇宙起源问题。他第一个指出宇宙膨胀是真实的，是由“原始爆炸”造成的。但不幸地是，他的这些提法都发表在比利时一家

不知名的期刊上，没有人去看。

勒梅特的著作直到1930年以前还不为人知，默默无闻，直到哈勃观测的结果迫使天文学家放弃了对稳恒态宇宙的幻想之后，勒梅特写信给艾丁顿，把一份写于1927年的论文随信附上。艾丁顿和德·西特使得勒梅特一夜之间变成了英雄，在接下去的20年里，理论家们，比如桑德奇的老师罗伯逊、阿瑟·沃克和理查德·托尔曼重新建构和简化了宇宙学理论的数学内容，天文学家学会了重新审视宇宙的新方法。

在这个勇敢的新世界里，宇宙可以表现为三种可能的形态：空间在宇宙的规模上可以表现为凸起、凹下和平坦状态。选取每一种几何形态，预先注定的历史就会随之产生。几何学，从这个意义上说，才是宇宙的命运。

凸起的宇宙就像爱因斯坦原先说的球状时空，是自我封闭的。它是开始于零时间、零半径，膨胀到其最大体积或者曲率半径，然后再收缩成零。这个变化需要的时间视宇宙的质量而定。弗里德曼曾经猜测宇宙的质量为十万亿亿个（10的21次方）太阳的质量，其生命周期为100亿年——那时这个数字听起来很不错。弗里德曼提出，这样宇宙可能会反复变化不停。

第二个可能性就是数学家所说的“开放式”宇宙，一个凹形的弯曲，就像是小号的内缘一样，箭或者光线从这里射向空间，将永远也不回来。这样的宇宙很难画出空间图形来。空间和时间都没有边界，曲率半径从零开始，一直增长下去。在这种宇宙中的星系将会一个接一个的消失在不断膨胀的夜空当中。

在两者之间，在永恒和不断塌陷之间，存在一种仿佛在刀刃上的平衡，这种宇宙整体大规模的几何形态是平坦的、欧几里得式的。空间在局部地区，比如在巨大的物体，如太阳或者大团的星系边上，将仍旧是弯曲的，但在巨大的距离上，这种效果将会消失。从数学角度来说，这是通常认为的玩具宇宙模型的最简单开端。这种简单的形式使其在理论家当中获得了特别的地位。它非常有吸引力，因

此，爱因斯坦和德·西特在1932年正式将它写入了一篇论文。平坦的宇宙将会逐渐变慢，最终停止下来，但这中间的时间将会是无限的。在这个图示当中，宇宙学家（那些对宇宙重新塌陷感到兴高采烈——觉得像是再次团聚的科学家）也可能相信，在无限久远的时间之后，宇宙又会回到一起，所以把平坦的宇宙也视为封闭宇宙。它将会永远膨胀，但同时又不会多膨胀哪怕一天（这个观点会令接下来50年间的科学家和聆听它们的公众都迷惑不解。）

宇宙在膨胀到底意味着什么？很少有哪个理论像它一样，虽然听起来清晰流畅，但人们试图在脑子里想出它的形象时，会产生这么多的麻烦。绝大多数外行人觉得星系会从空间里面飞出去。但根据爱因斯坦的广义相对论，真正爆炸的是空间本身，带着星系一起运动，就像是水流中的树枝或者正在发酵的蛋糕上的葡萄干一样。

虽然我们看到不同的星系在以不同速度向后退去，而空间中每一点向各个方向膨胀的速度却是相同的。实际上正是这种相同的膨胀速度造成了一种假像，好像所有的东西都在从我们身边跑开。假设宇宙在一小时之中体积扩大了两倍。这时原来距我们一英里的星系，现在的距离就变成了两英里，所以这个星系移动的速度就是每小时一英里。而开始距我们十英里的星系到最后距我们会有20英里——好像它的移动速度就是另一个星系的十倍。

所有的宇宙速度都是相对的。在宇宙，或者是葡萄干蛋糕的另一端，一个星系，或者是葡萄干可能把自己完全看做静止的，它的近邻在以较低的速度移动，而我们正在高速飞奔。

在新的膨胀的宇宙中，红移，或者说光线向长波端移动现象，成为时空的主要标志。从技术角度上说，被量化天文学家标志为z的红移，正是星系或者星球的光谱特征的波长，相对于其“实验室”波长增长的一个分数。例如，红移数为0.5，就意味着波长增长了5%，一个通常波长为5 000埃的光波，其波长就移到了5 250埃。

随着宇宙的膨胀，宇宙中的光波也和它一起拉长。桑德奇所测到的遥远星系的红移值，实际上反映的就是从这道光线离开所在星

系到它击中帕洛马尔山上感光相纸中间这段时间里宇宙膨胀的程度。举例来说，红移为1.0，就意味着在此段时间里宇宙的体积变成了原来的两倍；根据其中一些模型，他观测到的一些光线在发出时宇宙的年龄只有现在的一半，也就是说，他已追溯到离假设世界开创之时只有一半时间的地方了。

天文学家想要了解宇宙的历史和几何形态，他从星系中能收集到的数据只有两项：红移与星等。桑德奇给自己订下工作目标，通过在天空中寻找这些宇宙模型，以便确定如果弗里德曼所说的诸多宇宙当真存在，我们到底居住在其中的哪一类之中。

他费力地来研究其中涉及到的数学问题，“所以我不得不去学习我想做的事情，”桑德奇解释道，“我尽量去学一些理论，啊，看哪，实际上它们并不像看起来那么困难。实际上，谁也没有计算过。我研究得越深，计算就变得越容易。但它还是占去了我5年的时间，从1956到1961年，但到了那个阶段的最后，我还是有了一些领悟和一点直觉。”

处在膨胀宇宙中的星系，桑德奇随便地想像着，就像是把一堆石头扔上天去。如果扔得足够快，像是登月火箭那样，它们就会逃出去，再也不会回来了。但如果它们的速度太慢，如果宇宙的集合引力太大，那么它们就会落回到原处。

弗里德曼最终的方程式，如果当作预测重要事件的依据来用，表面看来非常地简单：在宇宙学历史上的任何时刻只要你了解到两个参数值就可以了解宇宙的特点，并且知道它的类型和命运。其中一个参数是哈勃常数H0，它会告诉你宇宙膨胀的速度并给出宇宙的大小。另一个数字用来确定宇宙的形状——是开放的、封闭的还是平坦的，是优雅地形成弧度的，还是异常地弯曲的。这个数字被称为减速参数，标志为q0。从技术上说，q0是一个单位，用来量度宇宙膨胀减速的速率和宇宙内部物质引力对于减慢星系后退速度的影响。宇宙形成后，要么不受任何限制，要么则将会回到摇篮状态。

这个有魔力的q0值为0.5,比这个值高就意味着宇宙会最终完结

——桑德奇所说的“石头”，即那些星系没有足够的能量离开。比这个值低就标志着出现所谓开放的宇宙，宇宙会永远膨胀下去。正处在0.5则意味着一个简单的平坦宇宙，一个在无限远时间上最终停止的宇宙；在这种情况下星系被精确地以逃逸速度抛向外边。

在他的论文当中，桑德奇把宇宙学研究描述为寻找两个数值。但宇宙会不会像弗里德曼模式所说的那么简单呢？“我觉得那就像一首有趣的诗，”桑德奇说道，“它像是个封闭的问题，一个用封闭方法解决的问题：只要有了H0和q0，我们就能了解宇宙的几何形态。”他的声音又变成了干巴巴的调子，“那简直太妙了，只要是真的。”

对于桑德奇来说，最为美丽和令人震惊的模式就是振荡的宇宙。在振荡的宇宙，世界既有尽头，又永远不会有尽头。宇宙成了一个循环，但这些循环却被牢牢固定在永恒之中，宇宙会一次次在自己的灰烬中重生。

“曾经有二三篇论文谈论过振荡宇宙模型的问题，”桑德奇充满兴趣地说道，“这些模式并没有什么意义，但它们非常地美，一会儿膨胀，一会儿收缩。”

这些模式非常的具体。我们以一个q0值为1.0的封闭宇宙为例。它从最初的大爆炸或者创世纪，或者最初奇点，或者第一道光线(随你怎么说吧)，到最后燃尽，重新塌陷——时空的末日为止，它的生命历程为820亿年。这当然是很长的时间，但并不是永恒。1961年，桑德奇对宇宙年龄的估计已经增长到了110亿年，膨胀的时间，或者说是宇宙前进的时间还剩下30亿年，然后这个一直沿着它出生时形成的轨迹前进的整体，就会开始回退，最终退回到一片狂暴的无序状态中。

完全是出于开玩笑的目的，桑德奇试着去计算，当宇宙在比如说500亿年后缩小时，未来天文学家所能看到的情形。“那些模式变得异常有趣，”他滔滔不绝地讲着，“因为在光线旅行的过程中人们能看到不同时期的宇宙，如果宇宙出现振荡，你可以看得非常之远，甚至可以看到宇宙膨胀停止前的情况。所以你能看见很远距离上的

星系在产生红移，而近处的则在产生蓝移。”他欢呼着，“真令人着迷，我把做这些纯粹的计算工作作为娱乐，当作一种锻炼，这样就用不着上街运动了。这些计算结果全都发表了。”

从某种意义上说，他所做的计算是一个奠基仪式，标志着他正式承担起研究确定人类所居住的宇宙类型的重任。哈勃设计的观测项目将宇宙学自然地分成了两个几乎完全独立的部分：一部分是测量H0，即哈勃常数，用以了解宇宙的体积和年龄，另一部分则是测量q0,以便确定空间的曲率，来了解它是球体，还是郁金香花内部式的形状或者是平面，或是别的什么形状。弗里德曼和爱因斯坦预示过，如果人们能看得足够的远，就能看到宇宙形成的奇特景象，就可以看到宇宙建筑师的伟大的思想展现在天空当中。

测量空间曲率一个简单的方法就是在不断增加的距离上计量星系的数量。计量数字增加的情况将会表明宇宙体积的增加情况以及宇宙的几何形态是否发生了扭曲。哈勃早在1936年就试图通过这种“数星云”的方法去了解宇宙的几何形态。但计数星系的办法存在的问题就是看得越远，低于可探测极限的模糊星系就越多，因而越不容易计数到。“所以，整个事情在原则上是不错的，”桑德奇抱怨说，“但实际上却行不通。”

还有一种探测宇宙减速膨胀的方法，桑德奇打算把赌注押在这种方法之上。这就是所谓的哈勃图表。

哈勃图表，如同前文提到的那样，是一种哈勃定律的变体。哈勃定律预测了星系的红移速度与其距离成正比。我们再假设星系存在某个标准烛光值，它有足够的亮度，在宇宙很远处也能观测到，这样星系间的相对距离可以按照它们的相对亮度来进行精确计量。在哈勃图表中，某些声称具有标准烛光值的星系的红移情况是按照它们的视星等来绘制的。

根据哈勃定律，这些星系应当处于一条直线上，但仅维持很短时间。弗里德曼方程预测到，在极远的距离，即真正的宇宙深度中，哈勃定律将会被打破，但仅仅是一点点，即那条本该是的直线的线

将会弯曲。

原因来自于引力作用。就像扔到天上的石头一样，星系在它们冲向远方时也会因为宇宙中所有物质的联合引力而减慢速度。宇宙过去膨胀的速度要比现在快。所以桑德奇推测，从很远处的星系射出的光线，经过了很长时间才来到我们这里——我们看得越远，就意味着我们更进一步地看到了过去。所以，我们看这些星系时，应当想到它们属于更早的时期，那时宇宙膨胀速度比较快；他们飞行的速度要比哈勃定律所预测的要稍快一些。如果能精确地了解到底快多少，那么就可以揭示出宇宙减速的比率和其弯曲的情况。

哈勃图表的优点就在于桑德奇没必要去了解他需要的标准烛光值星系的绝对距离与绝对星等。他只要能从星系的视星等来判断其相对距离就够了。为了做到这一点，他需要明确知道他有一个真正标准烛光值星系，即在眼下在这里的东西和那时在那里的东西实际上是一样的。

“这样说，”他讲道，“寻找q0，其实就是在寻找双胞胎。”

桑德奇下结论说哈勃图表是决定宇宙模型战役的战场。赫马森、梅奥尔和他本人所进行的勘察为他提供了一个标准烛光值，他可以用它来探索遥远的星系间阴影中的真相。自然真的是非常宽容的，假如它真的创造了最大最亮的星系，它也创造了最为整齐划一的星系。

在哈勃图表上那些椭圆星系落在一条直线上，但那仅仅是现在的情况，仅仅是一个宇宙局部空间里的特定时刻的情况，仅仅是邻近十八个星团里的情况。如果桑德奇可以把这个简单的图扩展到遥远的空间里，按照宇宙的曲线来跟踪星系，那么哈勃图表上的直线就会发生弯曲。他将能看到，在过去某个时间里，宇宙比现在更加精力旺盛地膨胀，星系后退的速度更快。

在他发表于《天体物理学》杂志上的扩展哈勃图表上，从那条单调的直线上弯曲开去的理论宇宙模型——一种是封闭的宇宙模型，另一种是开放的宇宙模型。这个模式更加激进，完全离开了稳

恒态宇宙的理论。在哈勃图表平面上，各种各样的图线时而打开，时而分离，为区别不同的星系划出了条条的轨迹。

桑德奇要做的就是进一步探索宇宙，使这张图表不断延伸，直到图上所有的轨迹全都显现出来，清晰地看到它们是否真的从那些恐怖的阴影中偏离开去，共同构成一个宇宙。他就像个挖宝人，手里拿着藏宝图和铲子，却不知道自己所有的挖掘工作到底要进行多深——也许是一铲之功，也许要挖上一英里——要么是金子，要么是喷涌而出的地下水。但在某个夜晚，他在书房，或者在铺着墙板的圣芭芭拉街的办公里，要么就是在200英寸望远镜的圆顶观测室那封闭的红光当中，在他拿着铅笔在一叠论文上勾画的时候，他也许会成为第一个了解(至少他自己知道)万物命运的人。

规则是简单的——跟踪着向外飞行的星系，测量它们的亮度和红移情况，将它们绘制到图上，等待它们产生弯曲。在他每天14个小时的工作夜晚当中他又多了一件事情。

“就好像是这样的，”桑德奇充满激情地说，语速飞快，两眼冒出火来，双手像拿着底片，在化学药水中抖来抖去。“你跑到望远镜旁边，然后获得了一个星系的光谱图，过去你把它放在显影液里面，然后放进海波液里，再拿出来。然后你就看到了这一条条K（钙）线，一直穿过光谱。在海波液当中非常真实，千真万确，就在海波液里面。我第一次直接拍到了星系的照片——我后来在书里面看到它复印出来的样子——但我第一次是看到它在海波液里的样子，我打开暗房的灯，M101星团或者是M51星团，和书里面的一样。我没法解释它。”

“这就是和现实的接触，就像是海波液里的底片，就像你看到红移时的光谱。正如艾丁顿所说，它仅仅是底片上边的几个感光点，但从这些点里你能推测关于宇宙诞生时的所有东西。这种事情每次都会成功。这是一个大事情，在实验室里进行的读点的工作。”

他看到了宇宙在增长。就好像看到了柜子门上的标记，门上的标记使他想到他的幼年和童年时光，看到宇宙的增长使他想到宇宙

的诞生。

桑德奇对公众就这一问题所发表的声明，引来了很多欢欣鼓舞的明信片，人们纷纷评价这一伟大的观点，并且急切地预测说，他不久将达到自己的目的。1958年，他对《纽约时报》说他已经看到20亿光年远的地方（根据那时的哈勃常数进行计算），而且已经找到了一些宇宙减速膨胀的证据。他声称由于太阳黑子活动频繁，夜晚会有闪光，所以他暂时不能观测更远的地方。

其实上，到了50年代末，桑德奇由于几个原因已经举步维艰。对于星团中椭圆形星系的测量已经非常精密了。而哈勃图表上的误差绝大多数来自对于星等的测量上，这项工作是靠人用肉眼对那些暗淡模糊的光点进行比较来进行的。这种方法就要过时了。鲍恩雇佣了一名来自加州理工学院的物理学家威廉·鲍姆，为帕洛马尔山和威尔逊山建造一架光电设备，以便排除人为判断的干扰，来测量星球和星系的星等。用光电设备测得的星等数据来重新制作哈勃图表，桑德奇认为会更加清晰和更有启示性，但这项新技术还没有准备好，也没有被证明有效。

另外一个问题是应当把哈勃图表向哪个方面拓展。200英寸望远镜所能观测到的宇宙范围，几乎完全没有被绘制成图表或者加以研究。另外，他看得足够远了吗？宇宙在极远处才会显露出真相，可他怎能在极远处空中的灰色阴影衬托下挑出具有魔力的椭圆星系做他的标准烛光值呢？

就在他等待第一个问题得到解决之时，射电天文学家参加进来，解决了第二个问题。发自空中电磁放射，轻得如同耳语一般，当它到达地球时，微弱得不足以点燃一盏圣诞节的灯光，但就是在它的指引下，几年之内，桑德奇和他的竞争对手们就看到了半个宇宙的距离。

天空中充满了吱嘎作响的无线电噪音，这个现象是由一个在电话公司工作的物理学家卡尔·詹斯基在30年代偶然发现的。当时，对这项发现人们并未给予任何热情进行研究。战争以后，物理学家

和工程师开始利用战争中的雷达技术狂热地探索宇宙。英国人首当其冲。霍伊尔的死对头马丁·赖尔和他的学生占据了剑桥大学的这一领域，他们利用有线天线来捕捉天空不同部分经过的无线电信号，他开始发表一系列射电源的目录表，到了50年代末，射电源数目增加到了数百个。赖尔认为这一统计数字表明绝大多数射电源来自银河系外遥远的空间当中。由于较弱的射电源数目远远超出了较强的射电源数目，这就含蓄地说明了距离越远，射电源的数目就越多。这一数据是用来反驳霍伊尔稳恒态宇宙理论的论证的基础：它证明宇宙并非在任何时间或者地点都完全相同的。

但光学天文学家如果想用赖尔的数据来辨别宇宙中发射无线电的物体到底是什么，那是不够精确的。无线电和光线虽然都是电磁波，但无线电波要比光波长一千到一百万倍。要想精确地确定射电源，且如果精确度要达到200英寸望远镜能确定天空光波源的程度，那么无线电雷达天线盘的直径得有几英里长。而用赖尔的设备，哪怕是确认来自一个星球发出的一点点无线电噪音，结果出现的也只能是一片模糊不清的迷雾。

一场竞争很快就在射电天文学家之间展开了，他们要做的就是缩小射电源位置的范围，以确定其射电源到底是什么。

根据一个澳大利亚小组所提出的建议，沃尔特·巴德在1952年追踪一个被称为天狼A的射电源，发现了一个奇异而看起来令人困惑的星系，这个星系位于一个遥远星团的中心，看起来好像有两个核心。有一阵巴德觉得自己可能发现了星系的碰撞，他甚至因为这事，从鲁道夫·明科夫斯基，帕洛马尔山上的另一位专门寻找射电源的猎手那里，赢了一瓶哈得逊湾普罗科尔波威士忌酒。

但更多的数据证明星系碰撞的理论是错误的。天狼A实际上是一个单独的星系，一个巨大的椭圆星系，带有某种暗色的尘埃道，看起来像是被切分了一样。一个接一个的射电源都被追踪到了位于星团中心明亮的椭圆形星系之处。室女座A射电源被证明为M87，它是个巨大的椭圆形星系，靠近室女座星团中心处，带有谜一般的

伸出来的光刺。人马座A射电源被追踪到一个叫NGC5128星系，它是一团光球，也有一条暗色的尘埃带贯穿它的中部[①]。

实际上，绝大多数射电星系被证实与桑德奇所说的标准烛光数星系并无二致，但它们在天空中噼啪作响，像是有一种秘密的暴力掩盖了它们内部星球的对称性，在漫漫长夜里，它们的电波高声呼叫着。

这种巨大重力的本质是个谜。当这些星系的距离被分析出来后（根据红移理论），那些几乎不对赖尔带状天线中的电子形成任何干扰的静电显露出是一种刺耳的咆哮，它拉长了物理学边界。1958年在巴黎举行的一次会议上，杰弗里·伯比奇计算出，要想产生人们观测到的典型的射电星系所发射的能量，需要200万颗太阳完全转化成能量才行。自然界知道该怎么产生那么多的能量，可物理学家们却不知道；热核聚变达不到这个效果。理论家们回去的时候个个摇头不止。

桑德奇认识到这些射电星系可能是个简单方法，用来使表示星等和红移的哈勃图表拓展到足够远的地方以便获得宇宙问题的答案。如果那些射电星系真的就是他的标准烛光星系，那么这些椭圆形射电星系的位置即使远得令人难以置信，确定起来也不难。这些星系纷纷举着手，就像是课堂里的孩子一样，争相吸引着人的注意力：在这儿，我在这儿，来测量我吧；不，在这儿，还是测量我吧。桑德奇开始对这些射电源产生了很大的兴趣。

但是根据帕萨迪纳山对宇宙学研究的精细分工，研究射电源不属于桑德奇的范畴。巴德1958年退休回到德国以后，这部分归明科夫斯基和一个加州理工学院的新天文学家，来自荷兰的马丁·施密特负责。但桑德奇所做的就是追随这些猎手的脚步，一旦他们发现了一个射电星系并标出其红移情况，桑德奇就去测量它的视星等，然后把它加到哈勃图表上去。

---

①这个5128见于《最新通用目录》，是由J·L·德雷尔首编的一本星去与星团名录，是根据英国文学家威廉和约翰。赫谢尔所做的先驱工作编著的。

1959年晚些时候，明科夫斯基获得了关于一个叫3C295射电源位置的消息——“3C”代表着它来自剑桥射电源目录第三版，而“295”标志的是它在目录序列中的位置。他辨认这个射电源所做的第一步工作就是拍摄一张它在天空位置的照片，这样他就可以了解到自己要对付的是什么东西。第二步则拍摄最为可疑的物体的光谱和其最为可能的来源，以便确认这个射电源由什么构成，如果它是个星系，则测量它的红移情况。明科夫斯基收到这条消息时，桑德奇正在去往望远镜观测站的路上，明科夫斯基于是要求他来拍一张照片。

桑德奇总是乐于效劳。他为这种情况专门制订了一套工作计划。首先，他通过可以加大望远镜视野的罗斯校正透镜，曝光了长长的一系列胶片。虽然这些胶片能够显示射电物体本身，当然不过只是个微弱的小点罢了，但透镜使周围星球的结构发生了扭曲，明科夫斯基来到望远镜那里，用肉眼透过透镜，却看不到星系——如果那个物体是星系的话；为了拍下它的光谱，他必须盲目地使望远镜偏移他能够看得见的亮星。所以桑德奇又不用校正器拍了第二组照片，照片曝光到一半时，他关掉了望远镜的驱动装置，这样星球会在底片上留下一条光带。顺着这些从东向西的光带，明科夫斯基就知道该如何去记示那些他看不到的神秘物体的位置了。

当他下一次来到帕洛马尔山时，明科夫斯基做了一系列必要的偏移，将光谱仪的狭槽对准星星之间看起来像个暗洞一样的地方，然后进行了4个小时的曝光拍摄。他的努力终于得到了回报，他得到了一个暗淡的光谱，刚够看清那个东西看起来像个星系。他需要拍摄更长的时间来测定它的红移情况。这时恰逢他即将退休。他下一次当班也将是他最后的一次进行观测。他决心抓住3C295，作为送给自己退休的礼物。

只要明科夫斯基使用望远镜，就会有些戏剧性的事出现，不仅仅因为那些他所观测的不属于这个世界的物体，而是因在他本人的缘故。他破坏设备的能力是出了名的，不管那设备做的多结实，操

作多容易。有一次他一连4个晚上用望远镜追踪一个非常暗淡的物体，拍下了它的光谱，然后他跑进暗房，却把底片放错了药水盆，结果把图像全洗掉了。

1960年春天，明科夫斯基获得了4个晚上的时间来进行他最后的观测。头两天晚上多云，第三天晚上，他整夜都在拍摄3C295。转天晚上，也是他的最后一晚，他继续拍摄。大约午夜时分，明科夫斯基完成了他马拉松式的拍摄工作，走下了望远镜观测台。在暗房里，当底片还是湿漉漉时，明科夫斯基就测出了3C295的红移比率是0.46，到目前为止有记载的最大的红移比率。在他帕洛马尔山的最后一夜里，他创下了宇宙距离和速度的两项记录。3C295正在以光速的百分之四十六的速度飞速后退。

那天桑德奇刚巧和夜班助理罗伯特.西尔斯一起在山上，“他冲底片的时候，我们坐在图书馆里，”桑德奇回忆到，“他从走廊那边走来，从他的脚步声里我们就知道他成功了，因为他简直就是一直跳过来的。他打开图书馆的门，手里拿着一瓶波旁酒，还有三只杯子。”

桑德奇欣喜万分，后来他根据自己采用的宇宙模型计算出，3C295回溯到的时间相当于宇宙年龄的三分之一到一半。桑德奇将它加到哈勃图表上，3C295成了一个孤独的点子，远远地呆在图的右上角。从这个点他初步估计了一下q0，即减速参数的值，得到的结果是1.0——几乎就是标志着一个封闭的宇宙。但桑德奇知道这个图表中充满了误差和假设，对于椭圆星系还需要进行检测。当他试图进行修正工作时，开放的和封闭的宇宙之间的状况又是那么接近，几乎难以辨别。所以在天文台的年度报告上，他简要地写到，“问题还没有解决。”

桑德奇感到有些丧气。要想让哈勃图表真正产生成绩，他们还要观测远得多的地方。可谁又能超越明科夫斯基的伟大成就呢？他的路刚刚走了一半，而哈勃的在天之灵却渐渐地在他面前消失了。

4

时间彼岸的篝火

1960年的夏天，就在明科夫斯基退休之前创造了引人注目的伟大成就之后不久，一个年轻的加州理工学院的射电天文学家带着一份建议来找桑德奇。他手头有一份尚未发表的射电源的目录，需要桑德奇帮助他辨认。桑德奇接手这类事情就像是磁铁会引来铁粉一样自然，他几乎是带着厌倦的情绪接受了这项工作。但这可不是一份普通的目录——这份名录本该会在他手中颤抖并闪闪发光的——再加上接手另外一件小任务，桑德奇实际上正在打开一扇通往宇宙尽头的大门。从此之后，无论是桑德奇还是整个天文学界都已今非昔比了。

这位年轻的射电天文学家名叫汤姆·马修斯。他在哈佛获得博士学位后，于1956年来到加州理工学院，他帮助学院在马德雷山脉以东的欧文斯山谷建立了两个直径为90英尺的碟形无线电接收天线，用来精确确定剑桥大学所公布的射电源位置。马修斯又是个射电天文学界秘密信息小组的积极分子。在一次工作会议上，一个朋友给了他一份尚未发布的关于射电源直径的测试数据，这是他的朋友在英国的焦德雷尔班克制作的。

射电直径——或者说是射电信号在宇宙中所表现出的铺开的情况——有着潜在的重要性。绝大多数从射电星系发射出的典型无线电波都来自于一对波瓣，就像是哑铃的两端一样位于星系的侧翼（并使之显得矮小）。距离越远，哑铃两端的结构看上去就应该越小。这也就意味着小的射电源可能距离非常之远。

马修斯马上注意到明科夫斯基观测的对象，3C295，是剑桥目

录上最小的一个射电源，而且在射电望远镜的视野所及，几乎就是一个无法分辨的小点。它的双重结构，即便有，也是小得无法确认，而且证明它是人类所了解的宇宙中距离最远的星系。马修斯检查了他手中的目录，寻找那些又小又亮的射电源，他认为这些射电源可能也是同样壮观而遥远的星系。

他找到了十个这样的射电源。其中还没有一个被人类用光学仪器观测到，因为它们的位置目前还不够精确。马修斯下一步的工作就是看《美国地理协会－帕洛马尔山宇宙探索》的底片——底片中包含一份天空照片图册，他没有发现什么东西看起来像一个明显的射电星系。所以，他把目录拿到了桑德奇那里。桑德奇所要做的事情就是用200英寸的望远镜为他拍摄几处有希望发现射电星系的天空区域。“这绝对没有任何科学意义。”桑德奇开玩笑说。

在夏末的时候，在桑德奇八九月的工作期间，他按照马修斯给出的坐标，把200英寸的望远镜指向一个三角星座区域里称为3C48的射电源。在目录里面，它根本没有可以测量得到的无线电范围。马修斯拿到底片后将射电源的相对于星球的位置绘制出来。这个坐标准确地落在了一个小小的星等为十六等的点上，在放大镜下看，有一小缕星云状物质附在它的周围。在此以前，一颗单独的星球从来没有成为过射电源。几天后，他把底片交还给桑德奇，并加上了这样的评论，“呀，一颗射电星球。”

10月的时候，桑德奇回到帕洛马尔山，将那巨大的镜面转向三角座的那颗“星”。他首先进行了标准的天文学分析，它是颗什么样的星呀？他用光度计测量了它的颜色，这其中包括测量星等，或者说是星光的强度，通过滤镜将大块的光谱分离出来。这颗星所显现出的色彩读数十分奇特：它在蓝色和紫外光带辐射出异常巨大的能量。接下来他取得了具体的光谱，发现它的线条无法看懂。“它和我们那时候看到的任何东西都不一样，”他回忆道，“我想我至少拍摄了五六次光谱，回来后测量线条的位置，发现根本毫无意义。”光谱线的波长与已知的任何一种元素的“指纹”特征都不符。

桑德奇把他拍下的光谱拿给艾拉·鲍恩。他是威尔逊山和帕洛马尔山前任主任，一名星体研究方面的奇才。可他也被难住了。鲍恩建议把这个光谱拿给格林斯坦看看，可格林斯坦也理不出头绪。但格林斯坦一直把自己视为专门破解异常星球的高手，而3C48的奇特光谱对于他的自尊心提出了挑战。他一直在与之斗争，不停地和它较量着。他亲自去了几次帕洛马尔山，获得了更多的光谱。在光谱线的某个地方，他觉得有可能是一条普通的光谱发生了整体红移——而且移动得比绝大多数星系还要大——他后来把这一可能性放弃了，因为星球不可能产生这么大的红移。格林斯坦计算出一个非常精细的模式，其中显示，这个星球是一个新近爆发的超新星赤裸燃烧的核心。

同时，桑德奇在监测3C48。他发现这颗星每隔14天亮度值就会变化一半。这下子就确定了，至少在桑德奇看来，3C48一定是某种奇怪的星球。星球会变化，但星系永远不变。因为星系是由几十亿颗星球共同构成的发光体，绵延100 000光年以上，如果它要在短时间内摆动或者亮度发生明显变化，那么几十亿颗星球必须一起熄灭或者变亮。而这种变化度表明了3C48的直径不可能大于两光周，即外层太阳系直径的几倍。

桑德奇坐飞机来到了纽约，在那里美国天文学学会正在召开冬季年度会议，桑德奇未按计划，直接走上了讲台，宣布发现了第一颗“射电星球”。《宇宙与望远镜》杂志进行会议报道说，“既然人们不了解3C48的距离，那么它就有微小的可能会是个非常遥远的星系，但天文学家普遍达成共识，认为它是一颗具有非常特殊特征的离地球较近的星球。”

桑德奇和马修斯以及其他天文学家不断根据马修斯的射电源目标来进行观测，几年间又发现了很多这类特殊的射电星球。就像是为了强调桑德奇对它们所进行的分析具有假设性一样，这些星球被命名为“类星体射电源”，一个来自美国航空航天局的物理学家简称其为“类星体”。这名字虽然让大伙觉得不快，但不管怎样，这

个名字还是叫开了。不久以后，由于以下所要提到的原因，这个名称改为了“类星物体”。每个人都同意，类星体是类似星球的光点，但谁也不知道它们到底是什么，甚至不知道他们是不是由普通物质构成的。

桑德奇和马修斯连续三年继续积累着3C48令人疯狂而又不连续的资料，桑德奇本人是个利用H-R图表研究星球及其演化过程的专家。他一直用不同色带测量3C48的星等，试图搞清它到底是哪一类星球。在此期间他们一直没有发表任何成果论文。“因为我还没有搞清楚，”桑德奇说，“我这个人非常保守，除非我认为我已对它有所了解，否则我什么也不会发表的。从某种意义上讲这是我失败的原因。”

就在桑德奇犹豫不决的时期，解开类星体秘密——同时也是颠覆整个宇宙观测学——的钥匙落在了施密特的手中。他接替了明科夫斯基，继续做着搜索射电源的工作。答案来自一个叫做3C273的射电源。马修斯对它的位置知之甚详，所以桑德奇得以在1962年对它拍摄了照片，但马修斯的数据又不足以帮助在底片上辨认出任何物体以便确定这个放出无线电波的东西。后来桑德奇发现了一颗呈浅蓝色的十三等星，它的中部带着一个细小的光刺，就像是延伸开去的星云状物质，但桑德奇对这一点并没有多加考虑。

1962年秋天，当月亮从3C273前面经过的时候，澳大利亚的三个天文学家组成的小组，通过计算其射电信号被月亮阻断的时间确定了这个射电源的位置，他们将坐标寄给了施密特，他发现这一坐标正好与那颗蓝色小星的位置相符。

一颗十三等星用放在后院里的小望远镜就能观测到，它的光谱在几分钟之内就能被记录下来，而用不着几个小时或者几个夜晚的时间。施密特做了这项工作，如同以往一样，他也获得了一组奇怪的光谱线条，就在他想要放弃的时候，他突然辨认出一个熟悉的结构——在星球上他已经看到过很多次的氢元素线条，但在这个读数当中它们却不恰当地出现在光谱的另一端——红色端。利用一把旧

滑动尺，施密特迅速地算出了红移值——0.16，这些线条的红移比率为16%，也就意味着那个“星球”在以每秒47 000公里的速度向远处飞去，距离地球15亿光年。除了几个星系之外，这颗星球的位置比绝大多数其他已知星系距离都要远。如果施密特的计算正确，它是宇宙中最亮的物体。

正当这个时候，也许是命运的垂青，格林斯坦刚好来到施密特的办公室，施密特和他讲了3C273的红移情况——他已经把光谱破译了出来。在那个时刻格林斯坦想起了他过去计算的光谱数值，认识到自己已经想到了解决3C48问题的办法了。那其实毕竟也是一种红移。3C48的光谱线的红移比率为37%，仅次于明科夫斯基发现的星系，是宇宙中距离最远的物体。

他们互相对望着，又互相检查了拿在手中小胶片上印着的光谱，然后开始庆祝成功。真正令人吃惊的东西被发现了。这个消息很快传遍了罗伯逊厅，又传遍了帕萨迪纳。施密特回到家后，用半生不熟的英语对妻子说，发生了件“可怕的事情”，然后他才想到，自己实际上是想说“奇妙的事情”。

也许“可怕”这个词用在这里是合适的。因为它在《圣经》中含有力量和优雅的意思。那个夜晚施密特几乎彻夜未眠。

宇宙当中有些物体会蒙蔽人的眼睛，看起来不过是普通的星球，但实际上却亮得令人难以置信。它们距离地球如此之远，以致于与它们相比，那些遥远的星系就像是银河系的近邻一般。人们能从多远的地方，从什么样的时间和距离的深度上看到它们？他们到底是什么东西，数量有多少？通向无限的大门突然打开了，从那神秘的灯塔处射出的古老光线，顺着时间的走廊照了过来。

桑德奇通过电话了解到他所发现的神秘事情被别人解决了。他自然觉得难以置信。“此刻，我刚开始的时候不相信鉴别那颗星球用的是红移的光谱线，因为它是如此的奇怪，我从红移了解到的一切都和星系有关。”他后来解释说。但在一天之内，证据就变得不可动摇了。帕萨迪纳的气氛变得令人震惊，天空中发生了宇宙学革

命。

施密特把一份论文飞快地送到了《自然》杂志，论文题为“3C273：一个带有巨大红移的类星物体”。格林斯坦把马修斯当作共同合作者，也很快就3C48发表了另一篇论文。这两篇论文共同发表在三月十六日的那期杂志上，同时刊发的还有另一位加州理工学院天文学家贝弗利·奥克写的一篇具体叙述观测3C273的文章和一篇关于澳大利亚射电源观测情况的文章。

施密特在他文章长达八段的注释中写道，根据广义相对论，对于如此巨大的红移现象的解释只有两种可能。第一种可能来自物质密度很大的星球的引力作用，如果是那种情况，3C273的一些光谱特征需要一些非常特殊的条件，所以是无法解释的。那么就只剩下另一种可能性了（其相应的视速度为每小时47 000公里计算），这一星状物体是一个星系的内核区域，其红移率为0.158，距离我们为5亿秒差距，这一内核区域的直径应小于1 000秒差距（3 000光年），这一内核区域在亮度上要比迄今利用射电源所发现的明亮星系亮100倍。

桑德奇，这位类星体的发现者，被抛在了一边，只能看着他的同事纷纷著文立说，对他做的工作连头都没点一下。这次失败——桑德奇决定性的失败——使得他放过了在自己学术生涯中解决极为重要的观测谜团的机会，从而没能发现一种全新的宇宙物体，而且由于他的研究领域受到了他人极大的侵犯，使这次失败更加充满了各种意味。从表面上看，桑德奇还是那样的正常和冷静，但内心深处的火山在沸腾不已。

格林斯坦直接感受到了这种信息。桑德奇办公室的门上很长时间以来一直贴着格林斯坦的照片，而当格林斯坦再次来到圣芭芭拉街的时候，挂在门上的他的照片已被撕成了一条一条的，而且门是关着的。

“按威尔逊山和帕洛马尔山的传统，你不能侵入他人的研究领域，除非你认为他们是白痴。“格林斯坦解释说，他的话令我想起

了帕萨迪纳那位可敬的绅士的为人准则。类星体，特别是3C48，是属于桑德奇的。格林斯坦充满懊悔的认识到，自己不该自作主张去研究3C48的光谱，然后直接将解决方法公诸于世，他甚至没有把桑德奇的名字包括在内。这样做就违犯了一条不成文的规定。格林斯坦在解决桑德奇研究的星球问题上动作太快了。

“这段时间内桑德奇一直在研究3C48问题，他会指责我，”格林斯坦停顿了一下，然后柔和地接着说，“一个可怕的指责，我，一个老父亲一般的人物，把他的工作给毁掉了。”

对于格林斯坦来说，类星体这件事所带来的纠缠意味着双重的痛苦，他不仅打击了他最伟大的学生，而且他本人即使在解决了3C48那令人迷惑的光谱问题后，也不再承认他得出的答案了。这令他想起来自己为什么首先对宇宙学产生了厌恶之情。因为这其中不仅仅具有科学的危险。“所有的天文学家都想要寻找万事的开端，”格林斯坦叹息道，“这是场巨大的赌博，类星体伤害的人太多了，我于是离开了它们。”

马修斯也说自己就好像是被别人踩在了脚下，他觉得有点恼火，因为桑德奇一直被人们欢呼为发现类星体的人，而现在施密特却变成了解释类星体的人。他在与施密特合作一段时间以后，最终也离开了类星体研究。

即使在施密特揭开类星体本质之谜以前，普通射电星系的能量问题也一直在挑战物理学领域的极限，正如杰弗里·伯比奇于1958年在巴黎指出的那样。富于创造性的弗雷德·霍伊尔在1961年指出射电星系，是由质量相当于100万个太阳的星球，在引力作用下塌陷来提供能量的，他指出根据爱因斯坦的广义相对论，这种塌陷在将物质转化为能量方面效率要比热核聚变高上100倍。但广义相对论对剩下的物质而言，没能预测这种塌陷后会有什么样的结果，如果它不从宇宙中消失。现在类星体似乎要求天文学家认真考虑这个激进的问题了。什么样的东西体积不比太阳系大多少，却能够产生100个星系的能量呢？桑德奇在为这个问题提供一个可能答案的方

面，起到了重要的作用。

1963年夏天，他和一名叫罗杰·林德斯的研究生偶然研究了一个较近的叫做M82的星系。它位于大熊星座处，看上去像一个不规则的斑点。M82的中心放出微弱的射电噪音（就像银河系核心部分一样），他们通过一个滤光镜把星系间的氢元素放射出的粉色光分离出来，这样就拍出了M82的照片，照片上并没有特别强调M82中的星球是星道中的气体。当底片从显影盘中捞出来的时候，就令桑德奇感到了震撼。照片看上去就像是漫画书里手榴弹爆炸时飞散的弹片，气体像是长长的、带着尖刺的色带，从M82中间向各个方向飞散出去，整个星系看起来就像是要沿着接缝处裂开一样，它很明显是在爆炸。

12月里，林德斯在达拉斯举行的一次由宇宙学家、物理学家和天文学家共同进行的会议上展示了他和桑德奇一起拍摄的这些美丽而又令人不安的照片。让大家来思考类星体天文学骇人的力量和精彩的未来。这张图片最终成为会议录封面上的照片，在另一篇单独的论文中桑德奇和伯比奇——谈到了各种证据，从较小的银河系核心到伟大的类星体，指出星系内核的爆炸可能是宇宙中的一种普通的现象①。一个新的狂暴的宇宙形成了。

这次会议被称为达拉斯广义相对论及相对论天体物理学国际研讨会，本次会议由大的石油公司部分出资赞助，成为后来两年一度的得克萨斯研究会的前身。

这类会议是某种旅行式的会议，主要涉及到宇宙学和相对论，这类理论从起源于耶路撒冷的那颗孤星存在时就一直存在。第一次会议由被称为西南高级研究中心的全班人马组织召开，这个中心由旅美德国专家艾弗·鲁宾逊领导，后来这个会议逐渐成为钟爱广义相对论和引力理论科学家的一个前哨阵地。在一次精炼的饭后讲话

①具有讽刺意味的是，随着研究的进行，天文学家做出结论，M82根本没有爆炸，"爆炸"是由一种飘浮在星际间的宇宙尘所导致的复杂的光学幻象，但类星体和射电星系与星系内核爆炸有关这个观点却存留了下来。

中，戈尔德称它为历史性的会议，这次会议将被作为“展现强者与更为强大的真理之间的斗争”的会议而永远被人们铭记。

“每个人都兴高采烈，”戈尔德说道，“相对论者觉得他们受到了重视，他们突然间成了一个自己以前闻所未闻的领域中的专家；天体物理学家们觉得自己拓宽了视野，他们的帝国与另一个学科——广义相对论联系在了一起。所有的一切都令人欣喜，所以我们希望那次会议是正确的，否则我们将要把那些相对论者一个个赶走，这将是多么令人遗憾呢！”

施密特应邀进行主旨讲话，来描述类星体发现的过程，但他非常腼腆，格林斯坦不得不代他发表了讲话。这次会议标志着宇宙学研究路线发生了分歧。从达拉斯会议开始，一部分天体物理学家将注意力转向了内部，集中研究形成星系中心的地狱般状态的物理学原因所在——这个方向最终引出了黑洞理论。另一派则对类星体更加有兴趣，把它作为深远时空中的灯塔，来发现就宇宙问题他们要讲些什么。

桑德奇和施密特属于后一类科学家，这一群体的人数飞速增长。这简直变成了一场宇宙中的淘金热。玛格丽特·伯比奇和全世界各地的其他天文台的天文学家一样，也成为了一名非常熟练的类星体猎手。因为类星体的亮度用小型望远镜就可以观测；但问题在于要在早已充满了几十亿个光亮中找到它们并不容易。缺少足够的准确定位类星体的数值仍旧是制约研究发展的瓶颈。类星体的数字增加得很慢，一年之内只找到了9个类星体。到最后，马修斯那张简表上的射电源被证明都是类星体。天文学家相互超越，一次次打破了红移的纪录。后来证明3C273是最近的——或者说是最新的——一个。

施密特投身于寻找类星体和对其数据进行深入研究的工作之中。他一次又一次地来到帕洛马尔山，开始新的观测，发现新的类星体。它们在时间和空间中是如何分布的呢？它们在宇宙和星系的演进方面又能给施密特什么信息呢？天文学家追溯时间走得越远，

他们发现的类星体就越多。类星体红移值到达到了惊人的高度：1.0、2.0、2.5。所有的类星体都历史久远，遥不可及。

在膨胀的宇宙当中，这些红移的数值的出现，相当于人类已经探索到宇宙80%～90%的年龄了[①]。

红移值超过2.5的类星体数量不多。而红移值超过300%的少得可以上报纸头条了。近十年以来，红移记录一直保持在3.53处。

施密特开始怀疑天文学家已经看到了宇宙的边际处了——不是在空间意义上，而是在时间意义上。如果宇宙是在一次猛烈的大爆炸中形成的，那么星系就不是一直存在的。如果人类看得足够远，他就可以看到在星系还没有出现的那一个时刻，那时它们还没有从大爆炸的烟雾中沉淀下来，形成星球，照亮膨胀的宇宙。惟一的问题就是，在那一点上什么都看不到。

计数类星体的工作告诉施密特星系在宇宙中形成时所要回溯的时间所对应的红移值为2.5到3——在那个时刻宇宙约为现在年龄的四分之一。有几天早熟的星系挣扎着使它们的火焰出现得更早一些，而绝大多数遥远的类星体则标志了宇宙历史上形成星系的时间。施密特憧憬着有一天，他能站在那条岸边，在那里他能看得足够的远，以致于再也看不到任何一个新的类星体存在。

一天晚上，施密特站在帕洛马尔山望远镜的圆顶屋里，望远镜转过来，对着当时所知道的最远的类星体。他又高又瘦，看起来像个吃不饱饭的研究生，戴着眼镜，花白的卷发。那是一个清凉的秋夜，但他并没有为观测时御寒而穿很多衣服，他穿着一件亮红色衬衫和一件运动外套。他说他喜欢感觉有点不舒服。这样会使观测变得更加浪漫，“60年代以前，通常情况下老资格的天文学家都不承认自己的在研究领域中有些地方不懂，”他英语中带着让人听起来

①想要将红移数换算为宇宙的年龄或者距离，根据弗里德曼宇宙膨胀方程，需要了解哈勃常数和减速参数——但这两个数值都仍旧具有争议性。最为一致的最新估计表明宇宙大约有150亿年历史，也就是说最远的类星体出现于120亿年～130亿年以前。

很舒服的荷兰口音，“自从60年代以来，情况发生了变化，那些对自己非常有把握的人，实际上对于一些奇怪的事情一无所知，那些事他们连做梦都没想到过。”他停下来，“老资格的人们现在什么也拿不准了。”

他用手指敲着监视器上的两个点子，“这两个点子有什么区别？”他好奇的问道，”一个很可能是个星球，离我们几千光年，另一个是个类星体，离我们120亿光年，它是第一号角色。在这个领域里，类星体是没有名字的。但它们是宇宙中距离最远的物体。直到现在，这都是让我一辈子最惊讶的事情。”然后，他自顾自地哼着几句巴赫的曲子，爬到观测笼里去了。

当桑德奇意识到类星体可能有助于他解决宇宙的问题时，他因为失去发现类星体的机会而受伤的自尊心恢复了过来。由于类星体具有极高的亮度，所以在很远的时空当中也能够看得到，类星体可以作为他所需要的工具来确定宇宙的形状和命运。如果，它们碰巧可以形成标准烛光值，他就可以用它们来拓展哈勃星等和红移图表，使其一直到达理论可以观测到的宇宙的边缘，然后当然就是那个决定宇宙命运的减速参数q0，这个数字拼写出宇宙膨胀的未来——星系到底是永远飞向远方还是最终会回来，紧紧地聚在一起，这一切最终都会从一片充满错误的迷雾中清晰地浮现出来。

60年代初，桑德奇利用射电星系，比如明科夫斯基找到的物体，已经在拓展和改进哈勃图表方面取得了一定的成功。他觉得他现在离最终答案已经不远了。这个答案就是宇宙是封闭的：最终有一天时间和空间将会缩回到一点。

当施密特研究射电源红移情况的时候，桑德奇紧随在他身后，用新的光电光度计测量着射电源的星等。1964年，就是在类星体革命一年之后，他已经积累了足够的射电星系的数据来制作一张新的哈勃图表了。他发现，射电星系和星团中的一等星等椭圆星系——就是那些他已经确定为标准烛光值的星系一样，也落在一条直线上。这个事实说明射电星系和明亮的椭圆星系一样，可以将它们作为宇

宙图表中的标准烛光值来使用。

也许类星体也和标准的椭圆星系一样。完全是为了开玩笑，桑德奇把当时发现的九个类星体的红移数和星等值加到了哈勃图表上。它们也落在了同一条直线上。这样使得这条直线一直加长到红移值为2.0的位置。这样稀少的数据不意味着任何事情，但桑德奇所算出的“正式“减速参数q0为1.6，这个数据如果成立的话，就标志着宇宙绝对是封闭的。

桑德奇告诉报界说自己需要更多的数据，也许要再找到30个类星体，到那个时候才是做决定的时候。到目前为止所有的数据已经取消了稳恒态宇宙的可能性，因为它需要的q0值按照哈勃图表上衡量应是1.0。宇宙开始露出了它的真面目。

但对于所有这一切来说，始终存在着一个警告。哈勃图表的成立建立在一个假设上，即存在于时空两端，相距几十亿光年的两个标准烛光的椭圆星系是完全相同的。但如果所有的星系都是在同一宇宙时代形成——这是个合理的假设——由于他是在追溯过去的时间，那么在他正在观测的样品中很多星系离他越远，他所看到星系的样子就比它们的实际年龄越年轻。他利用望远镜记录下来的，来自最远的星系的光在发出时，那个星系和宇宙的年龄比方说是50亿年，而那些距离较近的星系的光发射出来时，它们和宇宙的年龄已经是100亿到150亿年了。因此在他在利用这些数据来预测宇宙的未来之前，必须要考虑到这些特点的可能性，来修正哈勃图表。特别要考虑到椭圆星系的亮度有可能在这几十亿年之间发生变化。

由于无法在实验室里制造出一个星系，桑德奇尽力用他所了解的星体演化知识和对银河系星团的研究成果来估计椭圆星系的演化情况。一般的常识是椭圆星系中没有气体和宇宙尘埃，而这些东西是形成新星球的原材料；就像是球形星团一样，所有星球的年龄都可以从头开始计算。桑德奇推测道，当它们中最明亮的星球烧尽之后，椭圆星系就会随着年龄增长变暗变红。当他根据这一假设的变暗值来修正哈勃图表的计算值时，减速参数值变低了——亮度越暗，

减速参数越低——这种情况下开放和封闭宇宙的问题就变得非常接近，难以辨别了。“但是，这个结果对于假定的具体星体非常敏感，”桑德奇在卡内基报告上写道，“直到我们了解所观测的具体星体之前，这一问题暂无结果。”

每一批新的红移数值，每一个类星体都可以写出一篇论文并且使哈勃图表进一步延伸。桑德奇一次又一次得出相同的“正式”结论：宇宙是封闭的，涨落周期为820亿年。

但每一次这个结论后面都必须附上一段不可省略的话，桑德奇用相同的话来保护自己立于不败之地，来解释生成标准椭圆星系必须在多大（或者多小）的程度上演化，会使q0值变化到标志着一个开放宇宙的范围。有的时候，他会灰心丧气地承认，在这个问题上宇宙也许永远也不会让人看得一清二楚。一般而言，报纸只强调结论的前半部分而把这段警告隐藏起来。

实际上，尽管桑德奇对公众做了声明，但他留给其他天文学家的印象则是，他认为修正星系演化工作已经从原则上解决了，哈勃图表将就宇宙的命运问题给出答案——这种信心不是每个天文学家认同的。桑德奇认为，到最后终究会有某个人把它搞清楚的。唉，他曾经说过，与其在最接近答案的地方退却，不如试着解决这个问题，哪怕他注定要犯错误呢？

为了获得更多更好的数据，桑德奇试图想办法为哈勃图表收集更多的类星体。1964年他灵机一动，想出了一个他认为可以将他引导到宇宙真理边缘的办法。等待射电源位置确定后再确定单个星体的办法实在太慢了。他那时已经看到过很多的类星体，早就知道它们的样子了——它们放出大量的紫外线，使它们变得非常之蓝——很容易从一群星球中辨别出来。

桑德奇让赖尔给他寄来尚未发表的3C射电源的位置表。然后他就使用放在威尔逊山上的100英寸望远镜，在这些座标周围拍摄一张照片——实际上是三张照片，分别透过紫外线、蓝色和黄色透镜来进行拍摄。100英寸望远镜的视野非常宽广，完全可以包括射电

源的不确定区域。通过比较不同底片上亮点的不同密度，桑德奇就可以发现每个区域中心的一个光点发出强烈的紫外线，那就是类星体。

真是个聪明的主意。但是，当他和他的助手，一个来自法国的研究员学生菲利普·维农在检查最初的几张底片时，他们发现，在一张底片上显出的不只是一个蓝色星，而是四五颗这种奇怪的蓝色物体。刚开始时桑德奇认为他犯了个错误。他回到望远镜那里，用光度计测量了每一个蓝色物体，它们都是蓝色的，它们都放射出大量的紫外线。

桑德奇没费多大力气就确认了每一张底片的真正射电源，他和赖尔一起发表了一篇短论文，宣布发现了四个新的类星体，包括了刷新了红移记录的3C9在内。但桑德奇还在担心底片上存在的其他蓝星。他把它们称为闯入者。

这并不是桑德奇第一次碰到这些不属于这一区域的神秘蓝星了。他记得在1952年，在一次在瑞典举行的关于星系结构的会议中，就出现了关于异常蓝星的讨论，它们出现在星系高纬度区——远离银河系平面的天空部分。这些星的特点令人困惑。天文学家乔治·哈罗和唐纳德·卢伊顿列出了几千个这种蓝色物体，谁也不能解释它们是什么。这类神秘的事情，只有像桑德奇那样优秀的星体天文学家才能解决。

现在，桑德奇怀疑这些闯入者是不是就是哈罗-卢伊顿物体，而且它们看起来像类星体，它们与类星体是什么关系呢？12月份，当得克萨斯研讨会举行第二次会议的时候，桑德奇在一次谈话中提到了他的猜测。

菲利普·莫里森，一名来自康奈尔的天体物理学家，举手问道，“你怎么知道这些个蓝色物体本来就不是类星体呢？”

“我不知道。”桑德奇回答道。

会议结束后，他飞快地跑回帕洛马尔山，随便选了三个蓝色的物体，测量它们的红移值。其中一个表明是宇宙中距离第二远的物

体。太好了，天啊，正如桑德奇后来说的那样，它们就是类星体，不发出射电的类星体。

桑德奇变得非常兴奋。哈罗－卢伊顿目录上有几千颗这样的星球。它们会不会都是类星体呢？这将会是天文史上观测极限的一次最伟大的爆炸性突破。自然界真的如此丰富吗？他怎么能够把它们一一找到？校验整个目录会用掉他余生的所有时间。

桑德奇没有去测量所有星球的红移数值，而是采用了统计学的办法。他分析了这些蓝色物体的数目和星等，发现在分布上有一处中断现象。他得出结论，目录上比较亮的星球，实际上是银河系中的星球，而较暗的一半则带有明显的统计学特征，表示距离十分遥远。桑德奇下结论说，它们是类星体，但由于某种原因不发射出无线电波。实际上，绝大多数类星体不发射无线电波。根据他的研究，不发出无线波电的类星体与发出噪音的类星体之间的比为500:1。类星体多如尘埃。自然界实在是慷慨之极。

正当桑德奇兴奋之际，1965年的春天，从新泽西州传来了雷鸣般的消息。两名贝尔实验室的天文学家发现了一种无变化的微波嘶嘶声，这种声音似乎弥漫在天空中。普林斯顿的理论家提出这种信号正是宇宙大爆炸火球留下的经过红移与减弱后的残存的无线电波。在一份桑德奇常常发表声明的星期日综合报道特刊上，他滔滔不断地向人们说着，“我们马上就要了解到宇宙诞生时到底发生了什么——我们濒于重写《创世纪》，这件事情毫无疑问比人类登上月球更加重要。”

伟大发现所造成的气氛是富于感染性的。回到帕萨迪纳，他边写论文边在屋里四面走动着。在威尔逊山工作的其他天文学家从来没看到他这样兴高采烈。他自夸说，要写出天文学史上最伟大的论文来。他发现了一千颗类星体，在宇宙另一边的一千个物体。就好像捉到了一千只独角兽一样。“那种激动的感觉简直人间难找。”

现在他手头有了一千个类星体，他就像是得到了一支大口径枪，可以用统计的方法来对付宇宙学了，他继续挥舞着这支枪。哈勃证

明，假设星系的灰暗程度是距离的标志，可以采用计数灰暗程度不同的星系来确定时空的形状——只要能够看得足够远，并且计数得足够精确。他在1936年第一次试图测量宇宙几何形态时，采用的就是这种方法。桑德奇假设哈罗－卢伊顿的星球都是他所称为的蓝色类星体星系，开始从宇宙学的角度来分析哈罗－卢伊顿目录上的数字了。这些蓝色星系随着灰暗程度增大而不断增多，它们表现出一个正曲率值，一个非常大的q0,从而标志着一个封闭的宇宙。

为了使工作变得更为刺激，他把三个蓝色星系的红移值放在了哈勃图表上，和另外九个类星体放在一起。结果也标志出一个封闭的宇宙。这个答案，虽然依旧不是千真万确，但也十分接近了。

桑德奇很快地拿着他的论文跑到《天体物理学杂志》去，题目起得非常谦虚，"蓝色的类星体星系：宇宙中的一个新的重要成员"。杂志的编辑，来自芝加哥大学的萨布哈曼伊姆·昌德拉塞卡，一个非常具有数学天赋和多才多艺的天体物理学家，迅速地把它发表了。这篇论文刊登在5月15日一期上，上面有个注脚，收稿日也是5月15日。

在此以后不久，正当这篇论文正在印刷之时，桑德奇在加州理工学院的一次热情洋溢的报告上，向帕萨迪纳天文学界的同仁揭开了他的发现成果。听众当中坐着兹维基，他多年以来一直用他那令人费解的语言说着存在一些被他称为"密集星系"的蓝色物体，而且实际上有些物体已经被认定拥有巨大的红移数值。但要追踪兹维基所做的工作并不总是那么容易的。桑德奇要么根本不知道，要么就是忘记了；无论哪种情况他也没有去真的研究过兹维基的工作。兹维基对此大为恼火，在桑德奇停下之后，在他的讲话包罗宇宙并为宇宙学研究贡献出一千颗类星体之后，他期待地看着台下，兹维基慢慢站起身来，把身体站直，"那么，"他冷笑问道，"有什么新鲜的呢？"

整个屋子里一片寂静。

桑德奇和他的妻子一直计划着去英国度过夏天。他们在杂志出版前不久离开（5月15号那期的杂志是不可能在5月15号当天出版

的），他们没有看到加州理工学院转天向新闻媒体发表的消息。那个消息这样引用了桑德奇的话，“这些线索指明我们的宇宙是一个起源于‘大爆炸’的有限的封闭系统，同时证明宇宙膨胀速度正在减慢，而且它每隔820亿年涨落一次。“由于当时宇宙的年龄被认为有130亿年，那还有620亿年才能到达《启示录》里的世界末日。

新闻界抓住了这个故事，特别是正式预测宇宙末日的那个部分。对新闻界所发布的消息和报纸用来支持宇宙末日的惟一证据就是九颗类星体和三个蓝色类星体星系的红移值。在《纽约时报》1965年5月的头版文章中，沃尔特·沙利文写道：

> 这些发现不仅具有哲学与科学的暗示意味：不难看出它们将会对我们时代的创造性时尚不可避免地造成影响。
>
> 自从文艺复兴以来，对于地球不是宇宙中心的认识，对那个时代富于创造性的天才们产生了深远的影响。如果桑德奇博士对于这些数据的初步解释是正确的，而且宇宙最初将自我塌陷这种说法可以成立，它也同样会产生巨大的影响。
>
> 所以，哈勃的继承人取得了成功，他终于与宇宙的命运相聚了。

但是，当桑德奇还在英格兰的时候，他听到了一个来自远方的报道，他有麻烦了。由于过分激动，他忽视了一些非常重要的问题。他忘记了一种叫做白矮星的星球，它们是恒星燃尽后的灰烬，往往也是灰暗而呈蓝色，所以，看起来很像是类星体。哈罗－卢伊顿目录里充满了这种星球。此外，在星等测量当中也有一个技术问题。他的行动太快了。现在美国天文协会正在开会，他最伟大的论文受到了强火力的抨击。

一种愤恨的反应接踵而至。部分原因与一部分天文学家不言而喻的嫉妒心有关，他们嫉妒帕洛马尔山上的人，认为他们太骄傲，而且享有特权。而桑德奇的文章从收稿到发表仅用一天时间，而且未经外界的科学审查，这一事实进一步强化了这些人的成见。“怎么会那样呢？”20年后当他想像着其他天文学家的愤怒之情时，他

厉声问道，“论文甚至没有进行裁决，自天文学家团体巨大的压力就来源于此，‘桑德奇是怎么跳过所有必要的步骤，写出那么乍眼的文章。那文章虽然主要观点正确，但最重要的细节却出现了错误？’我在文章里写的是所有蓝色物体——如果我写的是‘绝大多数’就对了——所有的方程式都是正确的，但并非每个蓝色物体都是类星体。”他的声音低了下去。

“同时，我正在参与拓展哈勃图表的事情，对于宇宙膨胀减速进行经典测试。这项研究我已经做了很多年了，答案是q0等于1。人们不必担心星系演化的问题，不考虑星系的演化，当我希望q0大于0.5也毫无问题。无论如何，在进行计数那些不发出无线电波的类星体时，在我的心中我可以证明这是正确的。”

在会议结束几星期以后，桑德奇碰到了另外一个美国天文学家，来自哈佛大学的欧文·金格里奇，他们两人一起站在伦敦塔上，桑德奇问他现在回美国是不是安全。金格里奇回答道，他的四个发动机中的三个已经被打掉了，但他也许还能用第四个一瘸一拐地飞回去。

“那真的是段可怕的时期，自己把自己过快过多地暴露在媒体面前真是不好受。”桑德奇说道。他给威尔逊山的主任霍勒斯·巴布科克写信，提出辞职。巴布科克回信说根本没必要辞职。从他自己来看，“只要这里没有母牛”，桑德奇就会一直保有这份工作，“圣芭芭拉街上是没有母牛的，所以我认为他是说很长时间的意思。”桑德奇吃吃地笑起来。

“这是我所上的关于谦虚和骄傲的一课，我永远也不会忘记。”

接受了这个教训，桑德奇用两年的时间重做了蓝色星系的工作，修正了星等值。在他的工作完成之后，宇宙学结论从整体上并未发生多大的改变，尽管他在表达上变得谨慎了一点。出现在报纸上的宇宙形象和以前一样。1969年，《华盛顿邮报》的一则新闻标题如下，“天文学家预测宇宙将在690亿年后爆炸”。宇宙注定的塌陷命运成为了那个时代背景音乐中的一个部分。

按照桑德奇完成的计算，不发出无线电波的类星体，从总体上超出了发出无线电波的类星体。他确实发现了一类新的宇宙组成部分，但他得出结论，这些类星体对他研究哈勃图表并没有作用。类星体并不是标准烛光值：没有两个类星体完全相同。即使同一个类星体在年与年之间或者周与周之间都会发生巨大的变化。所以桑德奇放弃了它们。

只有兹维基念念不忘，不肯原谅桑德奇。兹维基相信，哈勃和他威尔逊山上的马屁精们总是窃取他的想法，却不向他表示感谢。桑德奇的论文的咒骂上升到新的高度。几年之后，在一本紧密星系目录的前言当中，兹维基把桑德奇的论文称为“抄袭业中最为令人惊异的伟大成绩之一”。为了强调这种缺乏审定的行为（以及它所体现的自负），他指出，任何一个这一领域中够资格的天文学家，都应该了解兹维基先前写过的作品。

“而且，”他写道，“桑德奇根本没有去研究在此以前所有关于灰暗的蓝色星球和星体在空间中广度与深度分布的统计数据，而是自行分析，从中一些关于宇宙大规模结构和演化的结论，这些结论虽然奇妙，耸人听闻，可完全是错误的。所有这些事情中最荒谬的就是，桑德奇为了取悦广大公众，在《世界科学名人录》自己那一栏里加上‘他首先确认了宇宙膨胀的变化率’这句话。”

200英寸望远镜的夜班观测主任助理，加里·塔顿是个专搞恶作剧的家伙，他总喜欢拿思维严肃的桑德奇来开玩笑。几年以年，当按计划到桑德奇使用望远镜的晚上，他就把兹维基的书从书架上拿下来，摊开放在圆顶屋的休息室和阅览室里。转天早晨，他总会发现那本书又被插回到书架上。

对于整个蓝色星系和宇宙塌陷事件，桑德奇在脑子里已把它完全隔绝开了。当我问他这事时，我的好奇心完全是被图书馆里发黄的剪报本引起来的，他皱起了眉头。他说他已记不起自己为什么要说宇宙会有尽头，甚至说记不起自己是否说过这个话。那是另外一个桑德奇，一个属于历史的桑德奇，他现在根本不想和那个人有什

么瓜葛，他会用自己独特的口气去评价这件事，“有些记者问起过封闭宇宙的事，”他干巴巴地说，“但情况根本不是如此。情况是存在的类星体不发出无线电波，所以整个的类星体群比我们想像得要大。但这个物体并不能使宇宙封闭，我现在这么看，我觉得如此。”

他断言自己无论如何是被误解了，宇宙封闭的结论是在计数类星体的基础上做出的，而不是根据红移做出的，“如果我看到《卡内基年鉴》，发现上面写着封闭宇宙与类星体有关，那么我当时一定是疯了。如果我要对这些话负责的话，我一定是疯了。”他咆哮道。

对于桑德奇来说，类星体的时期标志着帕萨迪纳天文学家们无知时代的结束。他们已经尝到了知名度的味道，并且喜爱这种事情。他决心将来埋头工作。所以他渐渐从《纽约时报》的专刊上消失了。

“在那个时代里，当你从帕洛马尔山上下来，每个人都盼着你能带下来一大罐金子。”他低声说道。“有的时候，但不是所有时候，的确会出现这种情况：新的类星体，最大的红移数值，变化度；他们是星系还是距离很近？这的确让人快乐，但又十分的残酷。它简直会把整个系，整个加州理工学院和整个威尔逊山撕成两半。”

“每个人都想给媒体留下深刻印象。处于中心位置的最重要人物就是加州理工学院里的新闻官员。”他的手在餐桌前向下砍着，脸拉得很长，“我觉得科学研究不应该那样进行。从某种意义上，在那个早期时代中，见诸报端的愿望推动了科学的进程。回想起来，这事其实并不坏，因为从那之后，人们对于新发现都能有个总体了解，人们知道任何事情也没有它们来得有价值。”

他把身体前移，皱着眉说，“可你要是告诉我，媒体说九个类星体标志着宇宙正在塌陷，”——厌恶的表情浮上他的脸庞，“好吧，那简直就是一派胡言乱语。”

桑德奇从媒体面前引退的第一个受害者就是阿普，他的老观测伙伴。阿普一直在秘密地旁观着类星体之争。他一直得不到那些秘密射电源的坐标，虽然他的研究专业就是稀有星系。

阿普一直觉得，这个来自掌管帕萨迪纳的中西部人怀疑他不够牢靠。原因也许是由于他来自纽约艺术世家的背景造成的，要么就是因为他有收集奇怪的星系照片的爱好。为了补上这一课，他专门用了一年的时间在威尔逊山为巴德测量M31中的造父星，而没有如他所愿地到南非去，以便在麦哲伦星云所形成的自然实验室里去研究它们。但他艺术家的敏感性与感光胶片还是格格不入。当桑德奇正在使宇宙变得标准化时，阿普则在搜集新星和研究公转。他巨大的工作是要绘制一张奇异星系图。它们中的绝大多数看起来都像是扭曲的变形虫，但可以看出有着精细的对称性：环形星系带有手指状的星云，穿过它们中间。

所以阿普的研究注定是拿不到手的酸葡萄。一天晚上，当他坐在帕洛马尔山上云雾缭绕的图书馆中时，他想起了一次一个同事曾说过，在他所研究的奇异星系当中好像有很多的射电源。阿普于是开始检查目录，结果发现绝大多数射电源都是类星体。他怀疑是不是这些令人困扰的星系与距离较近的类星体之间有什么联系。这些类星体奇迹般的能量由来，毕竟还是来自一个假设，即它们巨大的光谱红移数值代表了膨胀宇宙中遥远的距离。如果它们距离较近，那么就没有那么强烈的能量要人们去解释了。如果，假设那些类星体仅仅是本地的星体，比方说，是从那些令人困惑的星系内核处发射出来的，而且它们的红移现象并非是由距离造成的，而是一种新的，不为人所知的物理现象？当然，假设存在着某种科学尚未了解的物理现象并不是那么荒谬的。

阿普着手对宇宙进行仔细搜索以便积累证据，证明红移现象并非是一种板上钉钉的宇宙距离标志，他念念不忘的不仅仅是对类星体产生新的发现，而是要在宇宙学的基础领域寻求突破。结果证明他是在发现新奥秘方面是个天才。他所检查的每一个怪模怪样的星系，结果都有一个类星体卷曲在一支臂下，或者在所发出的气团卷边的一端或是附近有几种类星体。他拍下了几条明亮的气体桥状结构，它们连在星系之间，这些星系的红移值显示它们之间的距离为

几十亿光年。其中最为著名的就是一个称为马卡里安205的物体，它是一个高红移值的类星体，从照片分析上看它似乎处于一个非常接近的星系的前边。

绝大多数天文学家把阿普的图表和用计算机处理过的照片视为一个巧合，但他们认为挑战主流研究方向是有益的，特别是因为类星体和发现大爆炸遗留射线消除了稳恒态理论。有些人建议他做一个合理的、在统计学控制下进行的调查，不要随便在天空里游荡，随机地寻找问题，“我没那个时间。”他总是用带着鼻音的纽约腔这样答道。

除了来自伯比奇和霍伊尔的一点儿精神上的鼓励之外，阿普几乎得不到任何帮助。当他坚持工作的时候，他发现自己得不到使用望远镜的时间了。例如，他再也接不到邀请，到接下来的得克萨斯研究会之类的会议上把自己的成果与他人分享。他觉得自己像个烈士一样在经受苦难。他最大的，也是最难对付的敌人正是他的老朋友桑德奇。

桑德奇觉得阿普正在试图创造一些不必要的奥秘。而同时，揭示更为伟大，更加深远的关于宇宙起源和膨胀奥秘的工作却被视如粪土。桑德奇觉得阿普是打算毁掉宇宙学。阿普抱怨说他再也不能和某个人谈论宇宙学了。有些人把宇宙学看得太严肃了。

桑德奇并没有有意识的下过什么决心，但从某一天开始，他发现自己再也不和阿普说话了，“这就像是和兄弟分手一般，”他说。做这个决定是困难的，他们两个都是威尔逊山上驾驭200英寸望远镜的骑士。他们的办公室在圣芭芭拉街同一栋楼中，但他们避免在走廊中碰面。走廊里面的墙上挂着创立了宇宙学的绅士们的像片，它们从墙上向下看着，神情凝重而严肃。他们办公室的门总是关着，即使他们真的遇到了，也尽量不看对方的眼睛。他们擦肩而过，如同夜空中的星系一般。

5

上帝的十字转门

1963年，正当全世界都在为类星体疯狂的时候，一个年轻的物理学家、21岁的研究生斯蒂芬·霍金正懒洋洋地靠坐在他位于英格兰剑桥大学的屋子里面。录音机里面奏响着瓦格纳的乐曲。四周摆着的都是科幻小说。他长着一头长长的棕色头发，戴着钢框眼镜，一双清澈的蓝眼睛带着一丝淘气的神情，也许该说是有点轻率。霍金的性格中有两个突出的特点：他既聪明又固执。但从上一年开始他已经看到并感觉到，他四肢运动开始不听使唤了。他说话时含糊不清，就像是醉汉一样，脚也不能稳定地支撑身体了。更加糟糕的是，他生平第一次感到自己在物理学方面的智慧也开始离他而去。他只是原地打转，却没有任何的进展：1963对霍金来说不是个好年头，就在那年，有人对他说他快要死了。

直到1963年以前，霍金的生活还是一次轻松的旅行，就像他在以后的日子里喜欢指出的那样，他出生在伽里略逝世300周年纪念日那天——1942年1月8日，他在家里4个孩子中排行老大，在伦敦郊区的圣·奥尔巴斯长大。由于他父亲是专门研究热带疾病的，因此对于科学的偏好自然而然地来到他的身上。他回忆道，“我总是想了解所有事情是如何运转的，所以我经常拆东西，可总是装不回去，我的手不算很巧。”

令他父亲刚开始时有些懊恼的是，霍金并没有选择追随他的脚步。“我觉得生物学科太不精确，太富于描述性。”他解释说，“这些学科中常常包含很多细节绘画的内容。我一直不擅长绘画。如今它已经比过去精确得多了，特别是分子生物学，但在我长大的时候，

它还不存在呢。"

"学习基础理论才是我的兴趣所在。我希望能够理解，理解我们怎样到的这里，为什么会在这里，了解宇宙的是怎样构成的。"

当他15岁的时候，好奇心驱使他和几个朋友开始研究超心理学。他们通读了50年代杜克大学所做的著名实验，那些实验提供了一些统计学上的证据，倾向于证实通灵术和隔空取物的存在。他们自己也做了掷骰子的实验。后来他听到一名科学家所做的对于杜克大学实验进行分析的讲座。"他发现，只要他们得到好的结果，他们的实验方法一定有误；只要他们的实验方法是完善的，他们一定得不出结果。所以这使我相信那是个骗局。"

霍金申请到牛津大学学院，用英国人的话讲，叫做"读"物理学和数学专业，那里是他父亲的母校。眼下他已经把天文学作为自己的事业，"我到牛津大学天文台看了一圈。他们没有望远镜，他们用来观测的只有光学太阳观测望远镜。"他在皇家格林威治天文台用一台28英寸的折射望远镜，痛苦地测量了一夏天双星，这段经历使他对于天文观测学"没留下什么印象"。他和少年时代的桑德奇是不一样的人。

作为一个学生，霍金聪明却又懒惰。他给教授和同学留下的印象是一个宁可去给教科书挑错误，也不做每章书后习题的人。他留着长头发，以不念书著称，可他聪明得不用啃书本也能把题做对。他很少记笔记，上课睡觉，出洋相，把自己的试卷轻蔑地丢进废纸篓中。后来他争辩说，反正那些讲师也讲不出什么好听的东西，反正制订教育制度就是为了让人破坏的。霍金生性喜欢自由自在，他在同学中人缘很好。他喜欢讲些难听的笑话。他是这群人中的领袖，他成绩不错，但谈不上很好。

霍金毕业以后，一心想上剑桥，师从弗莱德·霍伊尔读博士，霍伊尔是稳恒态理论大师，被认为是国家的英雄。但在此之前还有一件小事，那就是出色的学生们需要进行一次优秀程度考试。霍金没有考到"一等优秀"，这意味着很多的事情，其中之一就是他不

能读自己第一志愿选择的研究生学校。他被允许参加一次特别口试，但与此同时，他正在找工作，应聘一个负责纪念碑养护的政府工作。

他根本不必担心，口试主考们被他的才智所吸引。后来他们问他下一步想要干什么。

“如果我拿到一等我就上剑桥，”霍金答道，“如果是二等我就呆在这里，所以我希望你们能给我个一等。”结果，他拿到了一等。

走在剑桥大学的鹅卵石路上，穿过它喧闹的小教堂，走过挂满条纹领带的商店，越过带有围墙的住宅校区，校区中每一块神圣的草皮都是专门为学生留出，只有学校里的学生才有权置足其上。在这样的环境里，人会感到自己仿佛进入了一个超越时空的气泡当中，气泡里是一个由知识、青年人和文化所构成的天堂。剑河，差不多有30英尺宽，在校园的背后转过弯去，两岸上花草如茵，座座拱桥横跨在河面之上。在一个6月温柔的夜晚中，我乘着小筏，在落日的余辉和黄昏的暮影渐渐出现之时，望着岸边的一支合唱队，听他们唱着小曲。周围有上千人，很多人身着燕尾服，戴着高筒礼帽聚在青翠的岸边。随着晚餐的铃声，学生和老师们，同样骑着自行车涌过大街小巷，学生旧日里必须穿着的传统黑长袍从远处看去，就像小小的黑色披肩，在空中拍打着，如同退化了的翅膀，而长袍下则是更为传统的高校装束——牛仔裤和毛线衫。

至少300年前，艾萨克·牛顿完成了他的万有引力定律以及其他的伟业，牛顿定律把物理学变为了一门数学事业。他曾像一头狮子一样踏过三一学院的土地，从那时起剑桥就成为每个年轻而又雄心勃勃的英国科学家发源地。60年代早期，剑桥大学已经成为了宇宙学的十字路口和中心所在——是另一类宇宙学，不需要望远镜的那种。每年夏天，福勒和伯比奇都会和他们的学生一起回到剑桥，与霍伊尔一起散步，并一起工作。

霍金想师从霍伊尔的想法被证明是徒劳的，因为霍伊尔从来没有学生。不过这样也好，因为他自己的研究过分离经叛道。霍金发现，指导他的是丹尼斯·西阿玛，霍伊尔同时代的理论家。

西阿玛皮肤黑黑的，一头白卷发，是个容易激动的人，他激动时总会把声音提得很高。他到剑桥来学习物理学违背了父亲的心愿，他父亲觉得丹尼斯背叛了他，不愿意接手家族的布匹生意。西阿玛本人刚开始也没考上剑桥的研究生院，后来在军队里做雷达工作，他在那里的工作为他赢得了人们足够的尊重，他才得以进入剑桥。西阿玛爱好哲学——他上过路德维希·维特根斯坦的课——这使他相信稳恒态宇宙的理论。他成了邦迪和戈尔德的好朋友。西阿玛承认因为自己性格热情，所以他对稳恒态理论有了兴趣，“我想我喜欢稳恒态理论的原因，就是因为它是惟一一种能保证生命永远可能存在的理论，”他说道，“要推翻这么好的理论，我需要强有力的证据。”在他看来，在那个时候，稳恒态理论是一种有想像力和创造力的人偏爱的理论。

1961年西阿玛在剑桥建立了一个研究广义相对论和宇宙学的小组。在那个时候，他是英格兰惟一一个讲授相对论的人。“约翰·惠勒在普林斯顿也在做一点和我相同的工作，训练整整一代的广义相对论家。”西阿玛带着一种明显的父亲般的骄傲解释道，“在英格兰，剑桥大学对于数学界的统治地位是美国任何一个地方也不能比拟的。现在我在牛津。”他笑道，“所以你不得不相信我的话。我放在这里是有战略意义的，因为能得到好学生。霍金就是当中最棒的一个。”

就像其他人一样，西阿玛马上就看出霍金虽然也许是缺乏训练，但的确有个聪明的头脑。但这个大脑能否使他成为一个聪明的科学家则完全是另外一回事——西阿玛总是这样说，在任何人开始搞研究之前，你不可能了解他们。

霍金上研究生的头一年，他早在牛津时出现过的一种情况——走路不稳，说话不清——变得更加严重了。1963年，他的病情被诊断为肌萎缩性脊髓侧索硬化症（ALS）。在英国，ALS被称为神经元传导疾病，在美国，它通常被称为卢·格里克症。ALS表现为控制肌肉自主运动的神经出现进行性恶化。这种疾病一般在2年～5年中

导致病人瘫痪然后死亡。它只影响人体自主运动机能丧失，而大脑功能不受损害,但被限制在一个没有知觉，慢慢腐朽的躯体之中。ALS的病因不明，同样没有治愈的手段。霍金的未来就摆在他的面前：先是用手杖，然后是坐轮椅，然后只能躺在床上，越来越需要被人照顾，渐渐变得不能动弹也不能与人交流。最后，呼吸机能受到影响，通常都会因肺炎而导致死亡。

确诊后不久，霍金的父亲悄悄地来到剑桥，询问西阿玛能否让他快点获得学位，但西阿玛心如铁石，他拒绝了这个提议。

霍金慢慢变得不能动弹了。他只能呆在屋子里面。“当这种病刚发作时，”他说道，“它的进程很快。那时我心情非常沮丧，因为我觉得我会在几年之中死去。真的没有必要再坚持下去了。”

随着病情的恶化，这种情绪低落的状态维持了两年。霍金在科学研究方面也变得非常迟钝，这令西阿玛自责不已。西阿玛认为，霍金的消沉一部分原因是来自他还没能获得一个可供研究的有趣题目。为学生找一个题目，刺激学生全心投入，这毕竟是论文导师的工作。西阿玛说道，幸好霍金说难听笑话的本事还没丢掉。

后来人们看到，霍金并非在自己生活中的每一个部分都变得平凡了。在他病情确诊不久，他遇到了一个女士，并且开始和她约会。实际简·怀尔德是霍金以前在圣·奥尔巴斯上学时的同学，她现在在伦敦大学学习中世纪诗歌。简是个红头发的可爱的姑娘，但也非常固执，就如同霍金表现出来的一样。“当我遇到他时，他已经开始有那种病了，”她用一种精确而单薄的声音回忆道，“所以，我从来没见过一个健康的，身体能动的斯蒂芬。那种病发展得非常缓慢。他性格非常坚定，非常雄心勃勃。”斯蒂芬是个内向，严肃而富于分析性的人，而简则是个古典主义者，她外向，热爱音乐和艺术。她为他打开了生活之门。他们决心充满热情地生活在一起。

1965年他们结婚了。简根本没有因为嫁给一个可能没有将来的男人而表现出任何的犹豫。“我决定了我自己想做什么，那也是我所要做的，所以我就做了这事。”

婚姻成了霍金人生路上的选择点。生活突然间变得不像看上去那么糟糕了：他需要养家，他不能再光想着自己和自己的不幸了。“我的婚姻使我下决心生活下去。”他说，“它给了我一个活下去继续奋斗的理由。没有简给我的帮助，我不可能继续下去，我也不会有坚持下去的意志。”

同时他每况愈下的状况也减缓了许多。身体恶化的速度变慢了，霍金仍然活着。西阿玛于是对霍金说，既然他看上去能活下来，他最好把论文写完。

西阿玛为霍金想出了一个好的选题。他把霍金送到伦敦去见一位老数学家罗杰·彭罗斯，他正在就广义相对论中最奇怪和最令人困惑的一个预测在做讲座：在宇宙中存在一些称为奇点的区域，在那里物理学定律被打破，物质、能量乃至时空本身都被摧毁——或者被创造出来。霍金去听了彭罗斯的讲座，在那里他发现了自己一生要从事的工作。

在数学当中，当人们用零做除数时，就产生了奇点——答案为无穷大，无法定义。如同数学一样，爱因斯坦方程好像也表示出，如果在一个地方的物理或者能量足够多时，就会产生奇点：方程式将被破坏，给出没有意义的答案，整个宇宙将会崩溃。“这是物理学界的巨大危机，”霍金解释说，“因为没人能够解释奇点中会出现什么情况。”

爱因斯坦理论中竟然包括着这种启示录式的预言，物理学家们觉得难以很快理解，甚至不愿意去接受。广义相对论是物理学理论中优雅与成功的典型范例，是用定理和数学优势相结合来征服混乱的数据世界的一次成功之举。它建立在对等原则之上，爱因斯坦在其中推测道：一个处于空无一物的空间里的人，如果处在一个没有窗子的正在上升的电梯里，他是无法分辨引力和加速度作用的区别的。所以这两种力之间并没有区别。爱因斯坦得出结论，引力并非一种力，它仅仅是一种时空几何形态所产生的幻象。决定这一几何形态的仅仅是存在的质量与能量的数量。

根据广义相对论，空无一物的时空，通常像一个空床垫一样平坦，但是物质和能量使时空发生扭曲，就像一个熟睡的人把床垫弄皱一样。在它们的影响下，所谓的直线会弯曲，甚至连光线也会弯曲。聚集的质量－能量的密度越大，它附近空间“弯曲”的程度就越大。从这个观点上来说，当一个棒球落到地上，它不是被一种力拉到地上，而仅仅是沿着阻力最小的轨迹穿过被弯曲的时空。实际上，空间和物质是相互作用的。惠勒在普林斯顿拥有与西阿玛相同的职位，用他的话来说，“物质使空间弯曲，而空间给物质下达了前进的命令。”

这一现象的一个结果，就是我们所见到的宇宙膨胀，而另一个结果则是可怕的奇点。

物质太多会使空间过分弯曲。空间就会陷落弯曲，像一块超过拉伸极限的口香糖。物质的密度和能量将会变为无穷大。再次引用惠勒的话说，就是“会使计算机算得冒出烟来”。结果就会出现一个自然和物理定律中的悖论，出现一个根本无法预测的点。奇点可能成为宇宙的终结之处，在那里粒子和能量完全消失，一个乱开枪的战场，任何情况都允许并可能出现。空间下达了前进的命令都会变成奎格船长的疯言疯语。

爱因斯坦本人勉强承认，在广义相对论中，奇点在数学意义上是有可能存在的。但他认为从真实世界的意义上说，则完全是无稽之谈。毕竟一个实际物体是不可能被挤成一个点的，难道不是吗？这也是他因弗里德曼方程中所提到的宇宙是从一个点演化而来的这种说法深感不安的原因了。

1939年，两个物理学家——J·罗伯特·奥本海默，后来成了曼哈顿研究项目的领导人，和他的研究生哈特兰·辛德尔进行了一次思想上的实验，一次思考，这是一种爱因斯坦式的最佳传统。他们问自己，如果一个巨大的星球最终燃尽并由于自己致命的重量而塌陷，那将会发生什么。他们已经了解了一个重量较轻的星球，比如说太阳，在它的重量被电子间的量子力平衡掉以前，会把自己压

缩到大约像地球体积那么大，密度与铁元素近似的状态。稍重一点的星球，按照兹维基和巴德在稍早同时也是他们关系稍好一些的时期所做出的假设，会进一步陷落，直到自己被压缩为一个直径为十英里左右的球状物体，它的每个原子都会在它巨大的重量之下塌陷。整个星球到最后会变成一个巨大的原子核，完全由聚在一起的中子构成，实际上是由质子之间相互挤压的压力聚在一起。

如果给这些所谓中子星球加上更大的重量，奥本海默和辛德尔天真地想到，会进一步将它们压紧，会使早就大得难以估量的星球内部压力进一步加大，它们就会变成一个奇异的东西，一条广义相对论中恶魔般的第二十二条军规，在上帝的契约中，这一条注定了星球乃至宇宙的死亡。同样，由于压力本身也是一种能量，根据相对论，它也相当于质量，所以它和一堆石头一样，也起到弯曲时空的作用。当星球被压得越小，压力就会给星球增加更多的重量，来加重它的不幸，加速它塌陷的过程。所以，这种本来是拯救星球的力量最后叛变为毁灭它的力量。星球越是要挣扎着不向内缩去，它缩小的速度就越快。结果就变成了一种完全失控的塌陷。没有任何东西能够阻挡星球越缩越小，变得越来越密，最后它周围的空间被完全扭曲成围绕它的形状，以至于它从视野中消失，就像是被一块魔术师的斗篷吞噬掉了一样。那个星球——不管它在它所陷入的黑暗区域中变成了什么——将永远与宇宙的其他部分隔绝开来，对一个遥远的观测者来说，就只剩下引力场还存在，就像幽灵一样，围绕在下陷空间周围。

绝大多数物理学家没有认真考虑过这些观点，直到类星体被发现以后。普通的热核聚变不足以解释它们巨大的能量，这一点启发了霍伊尔这个专门提出不同寻常解释的大师，他提出比太阳大几百万倍的星球可以通过引力作用，而非热核聚变来为射电星系提供能量。引力是宇宙中最弱的一种力，但也是一种普遍存在的力，他为粒子加速提供终极力量。霍伊尔指出，只要堆积在一起的质量大到能够到达星球因自身重量而塌陷的地步，那么最多会有百分之九十

的质量会转化为能量，这样就可以为类星体提供燃料了。但最终的结果也将会形成可怕的奇点。

霍伊尔的提法——提出在施密特揭示类星体特征之前——激发起1963年12月举行的达拉斯会议与会者的热情，就是在这次会议上，桑德奇展示了星系爆炸的照片。

第一届得克萨斯研究会变成了很多宇宙学家和天文学家命运相互联结的一个交点。彭罗斯和西阿玛当时到会。霍金则呆在英格兰的家里面自怨自艾，他并没有想到，远在得克萨斯的讲台上，有人正在勾画出他毕生为之奋斗的事业的前途。

做这番勾画的就是普林斯顿大学的物理学家约翰·惠勒，他近十年来一直关心着奇点和引力塌陷的问题。惠勒看起来并不像是个预言家。他今年51岁，长得又矮又壮，不装腔作势，在人群中很不起眼。他穿得像个银行家，举止永远彬彬有礼，像个外交官：我和他同路时，经过任何一道门，他永远让我先过。他总是把他有点谢顶的头发直直地梳向脑后。他的头很长，和身体相比，他的脸大得出奇，脸上表情庄严而沉重，仿佛是在担心宇宙的命运，但他只要一笑起来，就像天使一样可爱。实际上，惠勒是个颇为狂放的人，他喜欢打比方，还喜欢放爆竹。他办公室的书桌上总是有满满一箱子爆竹，他经常放上几个。他最出名的就是曾经在走廊里放爆竹打落了挂着的罗马式蜡烛。“要是有了发明，又不能放爆竹来庆祝，那还有什么意思？”他狡猾地一笑，对我说道。他曾经参与过制造原子弹和氢弹的工作，在他家的后院里还有一个防辐射掩体。他是个亚里士多德派图书管理员的儿子，当他还是孩子的时候，在俄亥俄州因为摆弄雷管，炸掉了一截手指头。他也成了一个亚里士多德派的物理学家。他喜欢把自己和丹尼尔·布恩相比，“只要有个人走到离他一英里以内的地方，他就感到拥挤，就会走开。”那天下午，就在拉达斯会议进行到一半的时候，惠勒跳上台去，他带着一项任务而来：他要让物理学在今后十年中面对一个关于死亡的问题。他觉得他一生都是在为这一刻做准备。

惠勒是两位英雄的门徒。一位是丹麦的尼尔斯·玻尔，他是一名传奇式理论家，是量子理论的创始人之一。惠勒在玻尔所在的哥本哈根学院度过了印象深刻的一年，并成为了他终生的合作伙伴。“玻尔那里的人们形成了一种忠诚的合作团体，那种关系超越了国家的界限。你可以谈论佛陀、耶稣和摩西，还有孔子等等。”惠勒用一种柔和的声音快乐地说，“但看到人们和玻尔进行谈话之后，我才相信这类人的确存在。”

另一位则是爱因斯坦。当惠勒在普林斯顿成为一名年轻教授的时候，爱因斯坦正在那里的高级研究学院工作。“我鼓足了勇气才敢去见他，”惠勒回忆道，他后悔自己的胆怯，为什么没有坚持要求爱因斯坦谈谈关于奇点的问题。”在原子弹问题上，最大的秘密就是它能够被制造出来。同样，对于爱因斯坦，他为每个人所做的事情已经明摆着的，那就是你希望自己能够理解宇宙。所有的比较都是不恰当的，但虽然我崇拜爱因斯坦，但我觉得玻尔更加伟大，我认为爱因斯坦指明了人类努力的方向，而玻尔则提供了方法和方式：不断讨论，坚持不懈。

惠勒已人到中年，已是个成功的核子物理学家，但他把这一切抛在身后，选择从事广义相对论研究，给自己制订了寻找他称之为宇宙“闪光的中心结构”的工作。他有一次把这项工作描述成这个样子，“在一间屋子里面，把纸铺在白色地板上，在它上面划上一英尺见方的格子，弯下身去，四脚着地，在第一个格子里写下你认为能支配宇宙的一套公式。在晚上多想一想，转天在第二个格子里写下一套更好一些的公式。在所有的工作都做完以后，你已经走出了这间屋子，走到门口去了。站起身来，看着所有这些公式，其中有些会比其他的显得更希望更大一点，举起一个手指头，下达命令，‘飞吧’。这些公式里不是都能插上翅膀起飞或者飞行，但宇宙却在‘飞翔’着。”

什么才能使物理学和宇宙飞起来呢？像很多早期的广义相论者一样，惠勒希望所有的物理学现象，不仅仅是引力问题，最终都能

用时空几何形态来加以解释。1956年，他提出电荷可以用时空中小蛀洞的理论加以解释——正电荷存在于时空隧道的一端，负电荷在另一端。最后，他指出，要解释粒子物理学，几何学还不够疯狂。

惠勒觉得要想窥视宇宙的奥秘，没有比观察它终结时的情况更好的办法了，那就是观察它那世界末日般的、既是玄学的又是真实的引力塌陷现象。他通过计算相信，物质和它很多的基本特征——就是那些受到强有力物理学定律支持的特征，比说物质与反物质的区分——在奇点处完全消失了。

对于惠勒来说，星球的塌陷并不仅是自然对于大灾难的预演：宇宙终结时的所谓“大塌陷”，正如桑德奇一再指出的那样，如果宇宙是封闭的。从现在起几十亿年以后的某日，宇宙的膨胀将会停止，然后宇宙会向回缩进。而在未来某个确定的日期里，如同弗里德曼方程和桑德奇的测题所预测到的那样，宇宙的密度会不断无限制上升。最初那个想像中的计算机会因无法计算而冒出烟来。所有的星系，一切存在的物体，都会消失在一个奇点当中，像一个被人遗忘的念头一样。时间和空间也会随之消失，甚至物理学本身也会消失，因为物理学是一场在时空中才能进行的游戏——所有的公式里都有表示空间的x和表示时间的t。怎么会是这样呢？惠勒问自己说。物理学还是要存在，他争辩道。因为根据定义，物理学永远存在，尽管现实世界外表会产生种种模糊的变化。他津津有味地重复着这一佯谬：“物质世界消失了，但物理学还要继续。”

玻尔在他身上注入了很多对科学的辩证认识。他说道，科学只有依靠否定过去，才能不断前进，如果没有佯谬，就无法前进。惠勒认为引力塌陷这种物理学用来预测自身死亡的观点，将会成为最大的佯谬，从而也是科学史上发展的最大希望。为了能在引力危机中求得生存，惠勒认为，物理学必须否定时间和空间本身。广义相对论最终将让位于量子理论，这种同样充满佯谬的，统治着亚原子粒子物理学的法则。他充满向望地谈到量子理论与广义相对论之间一场“火热的联姻。”

“所有的事情都会有个结尾，但这个结尾从某种意义上说又不是结尾。”他解释道，“不妨把时间想像成一个长长的，编织出来的浅浅的篮子。最后，它会转一圈之后回到原处，所有编织的地方相互之间毫无区别。我们没有必要为这个篮子不能永远存在而担忧。实际上我们高兴看到它不是无限的。时空是如何编织的？是什么把它们连在一起，又是怎样连在一起的？这就是要研究的问题。”

惠勒无论到哪儿总是带着一个笔记本，他在上面用一支黑色自来水笔写讲稿，做计算，记各种零碎的摘要和观察记录——所有与他职业有关的事情都写在上面，甚至连自言自语也记下来。以前记录用的本子排成一排，放在他办公室里的一个架子上。他的书桌上有一盒卡片（摆在爆竹盒子的旁边），上面写满了各种格言警句，有的是他说的，有的是别人说的，还有很多引述别人的话——原材料来自各种讲话和通俗杂志。其中一句是他自己说的，“中世纪时不会用剑的男人就不是男人。今天，语言就是剑。不会强有力地表达思想的男人就不是男人。”

另外一条是：“我们先要了解宇宙是多么简单，然后才能了解它是多么地奇特。”

惠勒觉得自己在这场决定最终理论的战役中的作用，一半是驾驶神风敢死队飞机的老家伙，自己能把自己当成傻瓜，另一半则是某个编造种种话语，在幕后鼓励他人前进的人。他在和他的研究生们或者同事们说话时像个日本武士，又像个麦迪逊大街上的骗子。当来自加州理工学院的研究生基普·索恩1962年到普林斯顿开始攻读博士学位时，惠勒把他拉到自己的办公室里，关上门，给他单独讲了三个小时的引力末日问题。“他一下让我的脑袋炸开了，”索恩咧着嘴笑道，他现在留着胡子，头发长长的，已经是加州理工学院的教授了，他喜欢穿戴装饰品和墨西哥衬衫。“我完全皈依了他的理论。”

惠勒一直在寻找更好的方法使得物理学和宇宙问题变得更加精彩。在1967年纽约举行的一次会议上，他进行了扩大自己知名度的

最精彩的一次活动，他创造了一个叫做“黑洞”的术语，用来描述引力末日之后的结果。“有的时候，病人不相信医生说他得了病，直到医生给这种疾病起个名字他才信。”惠勒解释道。这个名字触动了人们的神经。

“多年以来，”惠勒说，“死亡一直是我每天都在思考的事情。对我来说，没有边框的图画就不是图画。生命如果不死亡就丧失了它的价值。死亡给我们的各种活动划出了一个有限的范围。它使我们形成一种感觉，我们并不是为自己孤独地活着。我们还要为那些即将到来的东西而生活。对于死亡的态度，我认为，实际上也标志着对于生活的态度。”惠勒毫不怀疑桑德奇的研究最终将揭示出一个封闭的宇宙。宇宙甚至时间本身都会死亡。时间和空间生了病，而他就是那个医生。

三百位物理学家和天文学家目睹了惠勒在达拉斯攥着拳头发表他那不祥的声明。这丧钟为谁敲响呢？他向自己提出了问题，然后自己回答道：为我们每个人。“有时候有人会说没有必要费力去研究塌陷物质内部在最后阶段运动中的物理学情况，”他总结道，“这一物体从外部来看变得越来越红。它保持着自己的质量 - 能量——因为它不能将其辐射出去，所以它也保持了它的引力。有的时候有人说，最后阶段所有星球内部发生的事情都是没有意义的，因为这些事情外部的观察者根本不得而知。所以考虑这些问题是没有意义的。于是放弃了任何去研究它的努力。但是，对于一名处于一个即将毁灭的系统外的观测者来说，真正的塌陷只需要有限的很短时间……在这个事件之后，人们可以看到爱因斯坦 - 弗里德曼所勾画出来的宇宙膨胀和收缩的图画。根据他们的理论，我们自己也处在这样的星云之中，我们除了等待它最终塌陷之外再无其他选择。我们绝不是置身所有将要毁灭系统之外的看客，从这个意义上说，人们就生活在这最为有趣的膨胀 - 塌陷的系统，宇宙之中。所以，去分析它的物理特性看起来不是一件毫无意义的工作。”

观众席中那些天文学家绝大多数更习惯就红移或者圆形星团中

星球的问题进行论证，这些话对他们来说简直就是玄学。惠勒回忆达拉斯会议时，说它是一次“冷场”，即使是奥本海默，也没有响应这一提法；那个时候他已经成为了一个粒子物理学家了。“天文学家更愿意等等看，”他闷闷不乐地说，“那讲台上表演的显然是另外一种人。”但不管怎么说，他的告诫笼罩着物理学界。

直到一年之后，惠勒才第一次见到了霍金。霍金从道义上说是他最伟大的学生，他将坚定地继承并占据“黑洞”的这一科学预言。尽管在刚开始的时候，在研究惠勒称为“终极状态问题”中最积极和最出色的当属彭罗斯。

英国有一些著名的知识分子家族，比如说赫胥黎一家。彭罗斯是其中一个家族中的一份子，这个家族的成绩可以追溯到前面的几代人。他的父亲是一个著名的优生学家。彭罗斯自己的专业是几何学。他对于图案非常有天赋， 在他所做的所有工作中，他和德国艺术家M.C.埃施尔合作完成了著名的佯谬图形。彭罗斯长得很帅，乱蓬蓬的棕浪卷发，看上去有些衣衫不整，心烦意乱；他一天下来衣服的下摆总会跑到裤子外边来。在他如同工人一般的举止之下，却掩藏着一种异乎寻常的优雅的数学技巧。西阿玛说服了彭罗斯应该把他的才华用到广义相对论上去。彭罗斯学习广义相对论时，就好像是在解决四维空间中的几何问题一样（实际情况也的确如此），他使用了强有力的数学定理和非常有效的证据。他的论文和计算看起来就像是小小的象形文字，但最后这些成果为惠勒给宇宙打造的棺材钉进了一颗颗的钉子。

很多的科学家希望或者相信奇点将被证明是一个理想化的数学模型，就像是大学一年级习题集中的无摩擦滑动或者永恒的钟摆一样，在现实生活中不可能实现。一个真正的星球不太可能以一种球形对称的方式向内塌陷，特别是在转动的情况下，而星球几乎肯定是要转动的。也许物质会泼溅出来，围绕中心旋转，不会挤在一起形成奇点。这种好运气不存在，彭罗斯用他精确的定理式语言这样说道。1965年，他证明失控的星球会挤紧为一个完全的奇点。没有

奇点的黑洞是不存在的。西阿玛将这个结论称为自广义相对论形成以来，对它做出的最重要的贡献。彭罗斯实际上证明了，无论在哪里，只要积聚了足够的物质或者能量，时空就会终结。

霍金是个反应灵敏的学生，他很快吸收了彭罗斯的观点。在论文的最后一章里，他把这些技巧应用到开放的宇宙模型当中（永远膨胀的宇宙），这个模式可以理解为与星球塌陷相反的情况。“这是论文中最精彩的一部分，”西阿玛高兴地说道。霍金得出结论，如果广义相对论是正确的，那么在宇宙历史的某一时刻至少存在一个奇点。在宇宙膨胀情况下，一定在过去，即100亿或者200亿年前，存在一个奇点。如果他能使宇宙膨胀的进程倒转，就像倒着放一部电影一样，物质的密度就与辐射一起会无限地增长，直到宇宙中的光线变得像一个铅垫一样，把所有的物质都拉进去，成为一个奇点。后来霍金和彭罗斯共同撰写了一篇论文，将这一论证扩展到包括所有宇宙膨胀模式。霍金说话习惯留有余地，他冷淡地承认说，从某种意义上说，奇点可以被视为宇宙的起源。

60年代末，霍金在牛津剑桥一带开始变得小有名气。在重要的研讨会召开时，他把头发梳得像个学监一样，跌跌撞撞地坐到第一排，然后提出一些锐利的问题。获得博士学位之后，他留在剑桥做研究员。他常常坐着一辆三轮大车，在市中心看起来像是一幢工业建筑的应用数学系和理论物理系楼和霍伊尔所在的位于郊区的一所低矮的现代式理论天文学研究所楼（霍伊尔退出以后，该研究所在1972年与旁边的老天文台合并，牌子上面的“理论”两个字被去掉了）之间往来穿梭。他的身体状态还是在慢慢变差。1969年，他不再用拐杖，而改坐轮椅了。他说的话变得难以听清。他的固执性格显现了出来。他拒绝任何别人的帮助，只要自己能够独立做的事情，都亲历亲为。到剑桥他家来过的客人曾看到过他自己用15分钟爬上一段楼梯的样子。但不管怎样，生活还在继续：1967年，简为他生了个儿子，取名罗伯特。

简把一张那时拍摄的黑白照片拿给我看。照片上是他们去参加

朋友婚礼时的场面，他穿着一件套装，而她则穿着短裙，两人身上洋溢着虚弱但志得意满的神情。他拄着拐杖，看上去一副瘦削而优雅的大学生派头，他的头人时地梳成蓬松的样子，戴着一副黑边眼镜，像只猫头鹰一样，那副样子像是在深思，又像是在发呆。他们看上去与人们能在1967年遇到的成千上万对学者夫妻没有什么区别。

60年代末期，英国的理论家正在大踏步前进。彭罗斯和西阿玛两个人就像是一对坚定的壁球场上的对手，相互追逐着对手打得精彩来球，他们创造了一系列涉及到奇点，时空结构和逐步走向黑暗的物质命运的定理。彭罗斯研究出的一个著名定理：塌陷的物质或者任何落入黑洞的物体或者会碰到奇点上，受到挤压而消失，或者，如果黑洞在旋转——它由一个旋转星球演变形成——则物质会穿过像是靶盘上的红心一样的蛀洞，在另一个地点或者时间中被喷射出来，也许会以白洞的形式，出现在另一个宇宙当中。

这些定理和问题都是以一种几何式的速记形式由彭罗斯和布兰登·卡特提出的。卡特是个留着胡子的法国人，一个温文尔雅的高个子，他是西阿玛的另一个学生。在这些后来被称为彭罗斯图表的图中，整个宇宙的过去和未来被数学方法转化为一个三角形。它的顶点和两条边代表着各种无穷大值（无限远的过去或无穷大的距离），第三条边为时间轴。而奇点则排成锯齿状线、垂直或者平行于时间轴。当第一种情况出现时，也就代表着一个不旋转的黑洞或者整个宇宙本身（霍金有一年证明了宇宙本身是不旋转的），这时奇点位于某个特定时间，人们将无法逃避它，就像无法逃避40岁生日一样。

而第二种情况，奇点则位于某个地点，从理论上人们可以改变方向以便躲避它。但是人们还是不能躲避奇点所嵌人的黑洞，所以人们会发现自己在改变方向后进人了一个新的三角形中，这个三角形与那个旧三角形背对背挨在一起，代表着一个新的宇宙。这些英国的时空骑士们很快就学会了把彭罗斯图表联在一起，形成了长长

的一串，就像是某种宇宙的壁纸一样，他们勾画出某个走运的宇航员进入黑洞再从所谓的白洞穿出，由一个宇宙到一个宇宙所走的路程。

从数学角度讲，“白洞”是黑洞的反面——一个能量的喷泉，通过穿过时空的所谓蛀洞与它的兄弟相连。但实际情况是，无论是蛀洞还是白洞，如果进一步思考，在物理学上都是不可能存在的。质量-能量从白洞中喷出后将马上使空间弯曲，使其变成黑洞。所以不可能有躲避黑洞的后门，留给进入黑洞的宇航员只能是不可预测的飞行和奇点不可满足的欲望。

但幸运的是，人们不必经历这种玄学意义上的遭遇，除非他们自愿投入到黑洞中去。在彭罗斯和霍金等人进行的简单计算中，奇点只是形成于黑洞的中心地带，它们总是被视界所围绕——视界是一个想像中的表面，标志着有去无回的起点处。在视界内部，逃离黑洞引力所需要的速度比自然界的极限速度——光速还要快。事实上情况比这还要差。在视界内部空间与时间的作用发生了交换；就像你不能看到宇宙之外，你同样也不能看到黑洞之外——每一条路径都指向奇点。离开的惟一一条途径就是时间倒流，但人们买不到时光倒流的车票。

这种现象困住宇航员的视界，同时也使物理学崩溃的消息无法传到宇宙之外。无论在奇点处出现什么，它都将永远也逃不出封闭它的黑洞！自然界似乎将自己用这种不可预测性隐藏了起来。

彭罗斯猜测，但永远也不能证明，是否有一种“宇宙监察”原则，禁止无遮盖的奇点出现。霍金对这一问题的感情较为复杂。一方面，物理学家不得不相信宇宙是有意义的：就像出牌志于求胜一样是先决条件。而另一方面，我们都是一种荒谬的产物，一个没有掩饰的奇点创造了宇宙，而另一则使宇宙灭亡。我们这些受害者是如此热切的盼望着，造物主没有想到，那个身陷黑洞中的宇航员将会从宇宙的监察中获得多大的安慰，即使他被巨浪般的力量拉成面条后又拍成烙饼，最后被奇点像上帝之眼一样吸进去也在所不惜。

霍金担心的是，如果他令我们中的某个人失望，那么宇宙监察则会让所有的人类失望。

另一条吸引霍金注意的定理描述了黑洞的一种令人不安的能力，它能够通过毁灭它所吞噬的东西的信息来掩饰它贪婪的行迹。方程式证明黑洞的结构实在太简单了，简单得令人尴尬。黑洞可以有质量、电荷、角动量、但仅此而已。但在科学发展的60年代，粒子物理学发现了整整一系列的物体特征，如奇异粒子、重子数、轻子数、同位素螺旋线，这些从粒子加速器的探测室中出现的特征开始使人能够区别大量的亚原子粒子。但黑洞中的引力使这一切区别完全消失了。黑洞并不区分自己吃掉的是蓝星还是星球间的宇宙尘埃，是微中子还是纯粹射线，是物质还是反物质——结果全都一样。这样，它又能提供什么样的线索来揭示创造或者毁灭宇宙的物质呢？霍金怀疑奇点是造成这一切的首要原因。

惠勒用一种佛教心语一般的口吻来讲述这一切："黑洞纤尘不沾。"卡特说纤尘不沾也是一个定理。霍金、卡特、沃纳·伊斯雷尔和大卫·鲁宾逊一步步证明了它。尽管这个理论有着谜一样的特征，但纤尘不染定理使黑洞物理学产生了革命，由于其中的变量很少，它简化了自然所进行的选择和物理学家要计算的方程。

这些工作的绝大部分，最后都浓缩到了一卷薄书之中，霍金与另一个叫乔治·艾利斯的南非人合写了这本书，他也是西阿玛的学生，后来回到自己的祖国，同时在宇宙和反对种族隔离制度中两线作战。

这本书名叫《大规模时空结构》，出版于1971年，现在被视为经典著作。一次我把这本书拿在手中，翻动着书页，书里的内容那么美，但又难懂得如同埃及的象形文字一般。

"为什么要研究黑洞呢？"霍金自问道，"为什么人们要去爬珠穆朗玛峰？因为它就在那里，同时我用得上我所掌握的一些攀登技术。我开始对大爆炸理论有了兴趣，那是宇宙的开端，现在我则将注意力转向了时空的终结。"

霍金本人就是那个理想的黑洞宇航员。疾病捆住了他的身体，但却放飞了他的思想。他喜欢开玩笑说自己选择了一个坐着工作的职业真的非常走运。他觉得自己是个最幸运的人，“我觉得我现在比刚开始的时候快乐。”他说，“在我没生病时，我对生活非常厌倦，我想我那时酒喝得很多，而且我什么也不干。那种生存状态真是毫无目的。当一个人的希望值降到零时，他就真的珍惜自己拥有的一切。”

他写字变得越来越困难，但他能在脑子里把彭罗斯图表想得一清二楚。当他进行黑洞研究时，这项工作在传统意义上还是个数学问题，所以他需要记忆方程式，他说自己并不擅长做这事情。他习惯用图画的方式思考。很多他可能会去研究的问题，最后都被放弃了，原因就是计算过分冗长。留给他自己的只有一些最为抽象却又最为基础性的问题。他能够在观念形成的迷宫里自由徜徉，在那里，方程式还没有写出来呢。

“有的时候，我提出一个猜测，然后试图去证实它，”当我问他是如何思考时，他解释说，“很多情况下，在试图证实的过程中，我会想出一个反例，于是我就要改变我的猜测。有的时候，我想的东西别人已经尝试过了。我发现有很多的论文十分隐晦，我根本就看不懂。所以我尽力把它们变成用我自己的思维方式能看懂的东西。很多情况下我有了一个主意，于是开始研究，但不久，在干到一半时我就发现，那里面包含着更多的问题。”

“我很大程度上依靠直觉工作，我总会想：好的，某个想法应该是正确的。然后我再去证明它。有时候我发现自己错了。有时候我发现起初的想法就是错误的，但这些想法又会引出新的想法来。我发现与其他人讨论我的观点，会有很大的帮助。即使他们什么也提不出来，但我把想法解释给其他人听的同时就会把思路理清了。”

他依然保持了自己的幽默感：他一直喜欢用笑话和《物理评论》杂志进行战斗。“有一次我在一篇论文中写道‘假设你让一群小矮子来放哨’，《物理评论》将它改成了观测家。”他说话时眼睛闪闪

发光。

随着说话和写字变得越来越困难，霍金开始学着用一种禅宗般简洁而清晰的方式来使他的表达更为有效。“与霍金谈5分钟的话就相当于和绝大多数物理学家谈上1小时。”他的一个研究生伯纳德·卡尔告诉我说。即使如此，能够听得懂他那种瘫痪语言的朋友圈子还是慢慢变小了。在他接受采访和谈话的时候，他的研究生为他做翻译。在他发表讲话时，他把讲稿投映在头顶一个屏幕上。

霍金告诫人们说，不要失去自由活动的能力，“有的时候是不方便的，比方说，不能用手拿着论文，不能拿起书来翻上几页。但另一方面，我发现用脑子把一件事情想出来，比把它找出来容易一些，虽然这样做也许更好一些。”他说道，回忆起一个物理学共有的习惯，“我希望自己能够和孩子们一起做一些活动身体的游戏，比如说槌球或者橄榄球。这才是我主要的遗憾所在。人们都是乐于助人的，我的日常起居安排得很好，这对我并没有什么大的影响。”

另外的挑战则来自他的黑洞研究，黑洞轻轻地、但又不停地吸引着他，他迎接挑战。他和简尽可能地去旅行，去享受生活。霍金的名字变成了黑洞的同义词，而黑洞这个词则变成天体物理学中一切奇异和恐怖的同义词。

1971年，霍金发明了微小黑洞这个概念，这个概念使黑洞这个主题实际上变成了小报谈论的内容。只有最大的星球才会在它们自身致命的重量下，一直塌陷为一个奇点；而小一些的物体则需要巨大的挤压力才能克服开始时的阻力。霍金提出大爆炸所带来的巨大压力可能产生挤压力，可能将任意的，比星球小得多的成块物质挤压到黑洞的密度。今天的星系中可能分布着几万亿个小洞，每一个小洞中都包括一个奇点，就像万圣节插在苹果里面的刀片一样。他和卡尔计算出今天可能存在的最小的黑洞，其质量可能在十亿吨左右——与一个小行星或者一个冰山差不多——直径相当于一个质子。虽然仅仅是时空当中的一个小洞，但如果你踩在上面，它会把你的脚吸进去。

微小黑洞的提法对于天文学家是个打击。这是个明智的假设，几乎没有哪个天体物理学的问题不能用一个位置得当的黑洞来加以解释。如果在古老的太阳中心从核反应中探测中微子的实验突然灾难性地发生，那么在太阳中有可能存在一个黑洞。是什么引起1908年西伯利亚大爆炸，将五十英里内的森林夷为平地？一个小黑洞碰撞并穿过了地球（假定是从北大西洋上穿过去的）。洛厄尔·伍德，是劳伦斯·利弗莫尔实验室的科学家，后来以星球大战计划闻名，他提出如果我们可以在太阳系中发现一个小黑洞，将它拉到地球的附近，它那紧密的微小的引力场，将可以成为一个完美的封闭热核反应堆的工具。

"黑洞，"一个天文学家评论道，"是70年代的替罪羊，"无论在哪儿，你抬头看着天空，或者就在你的脚下，好像这个宇宙中看不见的胃脏就张开着等在那里。如同每个身处在那个充满战争、偏执狂和谋害的十年中的人一样，天文学家也变成了恋尸狂。他们住在黑暗而神秘的地方，寻找着那个词汇，那个词汇就是灭绝。

人们无法不把霍金看成是他本身的隐喻。也许是惠勒编造出了这么一个人。60年代末70年代初的生活就是那个样子，我们相信惠勒和桑德奇所说的宇宙是封闭的，有一天星系会全部飞回来，上帝会吞掉我们。

惠勒和霍金可能编造出黑洞这个想法，但是黑洞本身却是不能编造的。只有自然能够创造黑洞。在宇宙中黑洞确实存在的证据起源于相对论和宇宙学的第三个学派的观点。这个学派于60年代初发端于莫斯科，主要领袖为雅科夫·鲍里斯·泽利多维奇，一个充满激情的、像个胡椒面瓶子一样的人物。和惠勒一样，他也有研究过炸弹的历史。当剑桥学派专注于提出定理，而普林斯顿学派正在预测未来的时候，泽利多维奇则更加关心更为实际的物理学内容。

泽利多维奇同样受到了黑洞理论的影响，但他更关注整件事中较为实际的一面。在现实世界中黑洞看起来应该是个什么样子？物质是怎样落中黑洞当中的？泽利多维奇认为，它肯定不会是笔直落

进去的。更为可能的是靠近黑洞的气状云雾会产生旋转。它会沿着旋转轴塌陷，落入一个叫做吸积盘的扁平碟中，然后围着黑洞旋转，就像是水围着下水道旋转一样。吸积盘，就是上帝的十字转门，它将会因为压缩和摩擦而变热，升温到几百万度，形成一个表面磨擦为白炽状态的轮状结构，当它的边缘与永恒的毁灭的边缘磨擦接触时，发射出X射线和伽马射线。1965年，泽利多维奇和O·H·古斯涅耶夫提出，发现这一魔鬼盛会的地方应该是在双星系统中，双星中的一个变成了黑洞，将会把它那不幸的伙伴的气体吸收过来。他们建议去观测那些发射X射线的，围绕某个不可见物旋转的星球。

在60年代末和70年代初，一系列飞行盖革计数器被搭载于火箭与卫星之上，发射到太空中去。他们的目的就是探测和绘制天体中发射的X射线，X射线只能从空间进行观测，因为它不能穿透大气层。这一系列工作背后的绝大多数操纵者不是天文学家，而是物理学家。这个世纪的前半叶，粒子物理学有了进步，可以对来自外层空间攻击地球的、被称为宇宙射线的高能亚原子粒子进行研究，但随着粒子加速器的来临宇宙射线退居到了次席。就在一些老的宇宙射线物理学家转而加入粒子加速器实验室的时候，他们中的另外一些人把注意力转向了这些宇宙射线的来源——天空的研究。在剑桥，来自麻省理工学院和哈佛－史密森天体物理学中心的研究小组相互超越，发现了几百个来自天空的X射线源，并将其制成图谱。

70年代早期，这些X射线源遇到了与10年前类星体时代的无线电射电源目录同样的神秘问题。它们是什么？它们的距离有多远？它们如此巨大的能量是如何产生的？其中一个X射线源在天狼星座中，被称为天狼座X-1，光学天文学家观测到一个明亮的蓝巨星围绕着一个不可见的物体，每隔5.6天旋转一周。最佳的估计——非常保守地估计——蓝星这一看不见的伙伴的质量约为太阳的十倍，它的重量实在太大，除了是黑洞外不可能是其他别的物体。

为天狼座X-1找到其他的解释变成了一件手工作坊般落伍的事情，“从某种意义上说，黑洞是这一问题最为传统的解释方法，”霍

金说道，“如果它不是个黑洞的话，那么它一定会是一种更加奇怪的东西。”

霍金犹豫不决地加入了怀疑者的一方，科学家们都是有名的赌徒：霍金和惠勒的学生和好朋友基普·索恩打赌说，天狼座X-1不是个黑洞。赌注是一本给索恩的《阁楼》或者一本给霍金的《窥视者》，“这个国家里惟一一个敢刊登丑闻的杂志，”“我赢的机会比索恩更大一些。有一些观测能够证明这个物体不是黑洞——比方说，如果发现它完全有规律的发射脉冲（像脉冲星一样）。根据纤尘不染定理，它就排除了是黑洞的可能性。”

但从骨子里，霍金了解得很明白：他知道早晚有一天，这个赌他会输掉。6 000光年之外，也就是说，在我们这个星系的象限中，存在一个黑洞。这十年之中，黑洞不过是一个噩梦，现在，它终于出现在这个世界之中了。

6

黑洞之王

如果黑洞理论家们需要一些鼓励，来继续他们那些听起来令人毛骨悚然的研究，搞清那个宇宙中几乎不存在的东西的本质的话，天狼座X-1，以及接下来所发现的可能是黑洞X射线源倒使他们进一步加强了信心。最后，世界上再也没有人比霍金在观察引力深井问题上走得更远，而他所看到的东西甚至连他自己也感觉惊讶。

1970年11月的一个晚上，就在他第二个孩子露西出生两周以后，当霍金正准备休息时，他突然间产生了一个想法，这个想法最终改变了整个黑洞研究的方向，而且实际上动摇了广义相对论的基础。但在很长的时间内，这个想法看起来与其说是突破，不如说令人心烦意乱。正如霍金常说的那样，他身体残疾使得睡眠的过程变得非常迟缓。“我总在某些奇怪的时候在脑子里面想问题，需要集中注意力而无法入睡。”

“我在思考黑洞相互碰撞时的问题。”霍金说道。在他想出来的结构当中，黑洞就如同空间里的暗色气泡。气泡的外膜就是视界，在那个位置上的逃逸速度为光速，那是一层只能单向通过的膜——只能向内。视界泡的直径与黑洞内质量成正比。对于一个星球形成的黑洞，它的直径为几英里，而一个微小黑洞则要小几万亿倍。

当两个气泡碰撞的时候，他可以想像会发生很多复杂的现象，但他永远也不能去计算。它们可能会变形、融合、分裂、摇晃、颤动或者滚动，释放出引力波来。霍金躺在那里，回忆着，在这种情

况或有黑洞参与的任何一种相互作用之下，黑洞只会变大，而同时，它的视界面积——那层气泡的外膜，也必须增大。原因很简单。任何东西都不能离开黑洞。所以黑洞只能不断吞噬。而吞掉的每一磅物体都会使它向外略微扩大一点。

“我非常兴奋，真的。”霍金回忆道，“那晚我没有睡好，如果你熟悉球体技术的话，那么一切都显而易见。我知道那个区域会一直增大，那天晚上我认识到它会对黑洞的行动有所约束，区域的增长会对在碰撞中发出的能量构成一个上限。”

这就意味着霍金没有必要再去计算黑洞碰撞时那些纷乱的细节数据了，他所要做的就是等待尘埃落定：将会不出所料的出现一个更大些的黑洞。转过天来，他打电话给彭罗斯，他也一直在观注黑洞的增长情况，但由于他对于黑洞边界的引发出来问题的定义与霍金稍有不同，所以他不知该如何对待这个事实。

霍金知道该如何对待。这使他想起了热力学。

热力学。这就好像揭开一部法拉利赛车的引擎盖子，却发现一架老式的蒸汽发动机正在里面轧轧作响一样。热力学是研究热、蒸汽、温度、压力和引擎效率的一门学科，属于物理学中最为古老的一个领域。从古典意义上讲，某种程度上它也是最为精确的一门学科。而它与黑洞有什么关系呢?

好的，热力学的一个关键概念就是熵的观点。熵是用来度量一个系统中浪费的热或者无序状态的单位。热力学第二定律——物理学中最著名也是意义最深远的戒律——阐明在一个封闭系统中的熵——比方说，在汽车里运动的汽缸或者宇宙当中——总是保持不变或者增长，但永远也不会减少。这就意味着，人永远也得不到功效为百分之百的引擎，即永动机——总是会有一点能量被浪费掉。有序状态会无情地转变为无序状态，除非消耗能量来将物体清理回原处，这样又会遗留下更多的热。冰块的溶化、洛基山脉受到侵蚀、空柜子渐渐变得乱七八糟都是熵所带来的结果。粗略的说，第二定

律[1]的意思就是事情永远会变得越来越坏。正是在这个地方人们触及到了黑洞的真谛所在。

当霍金想到黑洞的体积在无情的变大时，他联想到熵的问题。"黑洞区域的行动真的与熵非常相似，"他说道，两者都随着时间流逝而神秘地增长，两者都使物理学家不用通过计算其中的具体细节就能了解一个复杂现象的结果。

黑洞在数学上很像热力学问题。但两者有没有联系呢？霍金不这么认为，但可做一个很好的类比。但他一直没有认真考虑这个问题，直到1972年，当他和卡特还有詹姆斯·巴丁，一名理论学家，目前在华盛顿大学工作，三个人发现了更多的热力学的类比。他们开始在理论工作中使用这些类比，在那时，他们都相信那仅仅是类比，只不过是一种计算上的捷径。

同时，在大西洋另一边的普林斯顿，一个惠勒的学生，却对于霍金的类比做了比霍金本人更加深入而严肃的研究。就是从这时起，霍金床上的思考变成了一种令人困惑的想法。这个学生名叫雅各布·本肯斯坦。在他1972年的博士论文中，他声称，根据他在文中进行的绝妙计算，黑洞内部不是一个关于熵的类比，而本来就是熵。

本肯斯坦的研究植根于20世纪对于熵的观念的转变：熵是一种负向信息，也就是说，无序会使意义产生破坏。想像一下一些拼凑在一起的字母k、i、a、g、h、w,还有n,只有一种办法能把它们安排在一起，使它们读作霍金（Hawking）,而其他5 039种组合方式所构成的都是毫无意义的词。热力学第二定律表明，如果你把这些字母排列成为Hawking，然后把它们放在一个盒子里面摇动；就很可能产生毫无意义的词——原先的信息就丢失了。

根据纤尘不沾定理，质量、电荷和角动量是黑洞具备的仅有特

①有三条定律支配着热力学。第一条是说人不能创造能量，第二条是人总会浪费一些能量，第三条是说人不能把任何东西冷却到绝对零度——宇宙中总会有其他的热量传人。那些说话尖刻的人和物理系学生这样解释：1.你不能取得胜利。2.你不能打平。3.你不能离开游戏。

征：黑洞同时摧毁所有落入其中的物质的信息——破坏了那列字母顺序。人们无法了解那些东西原来是旧鞋子还是反物质，它们的颜色和消失的时间也无从了解。

这种强迫存在的无知状态加大了其无序和不确定性，也就是说，加大了熵。本肯斯坦，如同霍金一样，喜爱发表大胆的推论。

物体的信息在数学上可以量化为“比特”的形式，就像是电脑存储器里的内容一样。1972年，他计算出用来描述消失在黑洞当中的物质的细节所需要的比特数，并且表明，它们与视界的面积成正比。实际上，本肯斯坦提出黑洞所吞噬的和内容胀满的就是物质的信息。

在剑桥大学，人们却用讥刺来欢迎本肯斯坦的突破。霍金非常愤怒。他知道这完全是胡言乱语。他觉得，本肯斯坦把这个类比推衍得太过头了。

霍金指出，这个类比所存在的最大的错误就是，如果黑洞真的是一个熵的话，那它应该是有温度的。但黑洞不可能有温度——如果把一个温度计放在那里，黑洞会把所有的热量全部吸光的。温度计只会显示绝对零度。热量也是一种能量，黑洞不会释放出任何热能使温度计的水银柱发生任何变化。

所以黑洞的温度是绝对零度，就是这个样子。其他的话都是胡说。“我对本肯斯坦非常恼火。”霍金说。

接下来就发生了一场剑桥和普林斯顿之间的关于比喻的战争。本肯斯坦在1973年发表了题为《黑洞热力学》的论文后，霍金、卡特和巴丁马上回应了一篇题为《黑洞力学中的四个法则》的论文，他们故意没有使用“热”这个前缀概念。

两篇论文后来表明都是错的，西阿玛在很久以后才指出这一点，但没有人注意到。他耸耸肩说：“这只能证明这项工作是多么地困难。”在一二年时间内，剑桥和普林斯顿间的这场争论处于僵持状态。

绝大多数相对论者站在霍金一方，但是本肯斯坦觉得热力学应

用于黑洞研究将会产生潜在的丰富性和巨大的力量。受到这种想法的诱惑，他坚持自己的观点。1980年他写信给《今日物理学》杂志，“在1973年那些日子里，经常有人告诉我走错了路，而我从惠勒的观点中得到安慰，他说‘黑洞热力学是疯狂的，但也许疯狂到了一定程度就会行得通。’”

霍金与本肯斯坦之间的争论因为一个意想不到的领域介入而得到解决。解决方法来自量子理论。它改变了一切。一些物理学家因为取得了一系列的突破而蜚声海内外，而另一些同样有才华的同事们却把才华浪费在一些错误的问题上，做了一些错误的实验。这种能够引导自己找到正确问题的直觉被称为嗅觉良好的鼻子。霍金的嗅觉就很好，总能把他引到一些出成绩的问题上去。1973年，他的直觉把他带回到微小黑洞问题上，从而使他的探索超越了20世纪末的物理学阶段。他又用他特有的低调方式提出了一个新的计划，他的态度既谈不到谦虚，也不算骄傲。

“人们应当从量子的角度来看看引力的问题。”他有一天和西阿玛说道，好像以前从来没有人想到过似的。西阿玛搓了搓手，咯咯笑了起来。霍金简直就是陷入了流沙之中，他终于遇到对手了。

量子理论和广义相对论就是20世纪物理学的阴阳两面，两者之间看起来毫无相同之处。引力决定着大规模时空的结构，而量子力学的各种佯谬法则描述着原子和基本粒子的亚微观领域结构。如果有人想把这极富争议的两端调合在一起，他一定会遇到大麻烦。他在做计算时一定会被各种无穷和反常现象所困扰。物理学中的普通法则，最主要的比如说动量或者电荷守恒定律，都会变得乱七八糟。研究人员要月复一月计算数学表达式中的每一项数值，怀疑这些无穷项会不会最后相互抵消，想不清这些奇迹般的抵消到底是如何发生的。那些量子引力学家正在数学的泡沫中绝望的挣扎。

现在霍金提出加入到他们当中去。他不会因为这些困难而气馁。他在当时可以去提名竞选“全宇宙中最固执的人”这一称号；他已经和一种不治之症斗争了十个年头，他成了一个家庭中的父亲，他

建立了物理学中的各种新的领域，成为了宇宙的医生。

霍金就是霍金。他又聪明又固执，下决心走入那条充满问题的小径当中。通向量子引力学的路也许就来自微小黑洞。假设一个电子进入了一个围绕微小黑洞的轨道——离视界足够远，不会被吸进去——以这种方式，它通常会被原子核所捕获。在这种情况下，引力，而不是电力，将成为建设“黑洞原子”的建筑师。搞清黑洞原子的特性这个想法迷住了霍金。他开始专心于量子理论，阅读旧的教科书。

他的同事对这事不放心：看起来这像一次值得怀疑的行程。那时，霍金把一半时间花在了天文研究所里。在那里，他与之谈话最多的是马丁·里斯，他比霍金小两岁，从在西阿玛门下时就追随着霍金。里斯除了干其他事以外，一直在试图揭示围绕星系中心巨大黑洞旋转的波涛翻涌的吸积盘是如何为类星体提供能量的。他矮个子，长着黑色的卷发，眼光灵活，脸上表情锐利得像鹰爪一样，他小时候得过脊椎侧凸而留下了驼背。和里斯谈话就像是和鲨鱼一起游泳：我总有一种感觉，他理解我的观点的速度比我说话的速度还快，他总是不耐烦地点着头。“啊，是的。嗯，是的，啊哈，”这种效果是为了让我说快点，他的点头速度也加快，然后我说得就会更快，就像是一个十几岁的孩子被怂恿着去参加一场街道赛跑，直到我们的谈话变得语无伦次为止。

多年以来，里斯一直敬仰着霍金，但他现在怀疑他是否已经看到了霍金生命的终点。在里斯看来，霍金的状况变得更差了。霍金找里斯要一本量子理论方面的教科书，里斯会把书放好，直接翻到霍金需要的那一页上。然后霍金就会几个小时坐在那里一动不动地盯着看，谁知道他的脑子走到哪里去了？

在像霍金的头脑那么奇异的世界里，相比而言，连弯曲的空间也显得平平无奇了。

广义相对论几乎是在一个人的脑子里完全成形的，这是纯思想超越自然的巨大胜利。量子物理学则是群体努力的结果：在本世纪

前30年内，人们能够进入原子的核心部分，整个欧洲的科学家都在努力，想使他们实验室里产生出的结果变得有意义。

量子理论提出存在一种不可避免的模糊现象，一种存在于微观现实世界核心内部的混沌。量子理论得名于最早的简单但令人困惑的观测活动，人们发现，原子仅仅在一定的不连续的数量上吸收与释放能量，这些数量称为量子（quanta）来源于拉丁文quantus，表示“多少”的意思。在最小尺度上进行观察，自然展现了一种奇妙的波态和粒子态的二元性特征。比方说，一个电子，根据不同的环境可以分别表现为波的形态和粒子的形态。这种二元性的一个最为神秘的后果就是一个认识论方面的噩梦，称为不确定原则，它就像在土地上划出了一条最终的界线，阻止了人类几个世纪以来更加仔细地了解世界的步伐。不确定原则指出，人类获得知识需要付出代价。人类对于一种粒子，比如说电子，某种特性——比如它的位置，了解得越精确，对于它另外的特性，比如说动量，了解得就越模糊。所以世界上值得去了解的东西，实际上构成了不相容的对子：位置与动量、能量与时间、波与粒子。了解其中一个就破坏了了解另一个的可能性。

玻尔是个喜欢佯谬的丹麦人，他成为了量子理论方面的哲学之王。据他来看，这种不确定性不仅仅是不可避免的粗陋实验造成的结果——它本身就存在于现实世界的结构之中。电子在人们测量它之前既没有位置，也没有动量。从某种意义上说，在电子在实验室仪器上留下痕迹以前，它根本就不存在。有一次玻尔曾经说过，一个人在第一次听到量子理论时如果没有勃然大怒，说明他就根本没有听懂量子力学是什么。

电子不存在，存在的是一种形而上学的创造力，称为波函数，它包括所有电子的可能性，并且覆盖在所有空间里。玻尔解释说，这种波函数是一种测量电子处于一种或者另一种状态可能性的方法。波函数可以绕过角落，穿过墙面，这暗示着，在特殊条件下，一些物质性物体也可能做到。任何事情都是可能的。从理论上说，

一个棒球可以穿过一个平面玻璃窗，两者都完好无损。一只跳蚤可以跳到月亮上去（这种魔力使得晶体得以工作）。

在真实仔细研究电子或者棒球的时候，玻尔总结道，在任何一个具体问题被问及的时候，波函数都能奇妙地“收拢”到一个具体的答案上。但是，科学家必须提出问题——否则自然不会回答。普通情况下，波函数会收拢到它最为可能的值上，但没有一条法则规定它必须如此。

量子理论使维多利亚时代物理学中绝大多数让人觉得舒服合理的观点受到了伤害。其中受伤最重的就是因果律。那些物理学理论，当它们研究包括由上万亿个基本粒子构成——处在棒球或者弹道导弹当中——的物体时，它们是无法动摇的，但当它们研究两个粒子间的相互作用时，就变成了一种可能的猜测。牛顿著名的定律在亚原子领域只不过是个统计学上的平均值而已。什么事情都有可能发生。两者之间的区别就好像去预测蚁丘的变化和预测一只蚂蚁的变化一样明显。

支配亚原子世界模糊不清的粒子和核子力的定律被称为量子力学。根据量子力学，力由称为玻色子的小型能量量子束加以传播，玻色子在基本粒子之间像火箭筒炮弹一样射来射去。在研究光的过程中，这些量子束被称为光子。量子力学是粒子物理学的语言。自然界所有的力都可以用这种方式构造出来，除了引力以外。

“为什么要费力去‘使引力量子化呢’？”有一次我问惠勒。

“有什么其他办法吗？”他飞快地反问道，“你想放弃哪一个呢？是量子理论还是万有引力理论？它们必须并存。如果人们把量子理论应用于某个领域，比如电磁学中，而不用在另一个领域，比如重力学中，而又要它们之间产生相互作用，就像我们知道我们现在做的那样。结果就会产生矛盾。”

惠勒论证说如果真正认真对待量子理论，那么连时空的几何形态问题都不得不面对不确定原则。这个不确定原则将会仅仅出现于最小的尺度，所谓普朗克尺度，10^{-33}厘米，比一个质子小17个等级。

实际上，这个长度就是空间量子长度。惠勒说，结果就是人们看到的时空就像是从飞得很高的飞机上看大海：看上去很平滑，但离得越近，它的表面就越粗糙。稍微离近一点儿，你可以看到波浪，再近一些，能看到波纹，涌浪和水花。最后，用显微镜看上去，除去泡沫，正在形成和消散的蛀洞，相连和分开的不同的点以外，再没有其他东西了。惠勒认为这些蛀洞就是微小黑洞：实际上，这就意味着时空是由黑洞构成的，每一立方厘米中排着10^{100}个。

霍金首次涉足量子引力学时，比惠勒和其他粒子物理学家更加谦虚。他悄悄地靠上前去。他一开始想要了解一个普通经典空间弯曲引力场，会对量子系统构成什么样的影响。他称之为半经典方法。直到那时以前，绝大多数量子力学计算都是在引力好像几乎不存在的情况下进行的——这些计算在没有引力存在的正常平面时空中已经够困难的了，就像是在一个正规的、仅有两个篮筐的篮球馆里，两个五人球队进行篮球比赛已经非常困难一样。霍金想像出一个原子，它的原子核是一个灾难性的强大黑洞，他已经准备好在月亮的环形山口一般的弧面里打篮球了。

可他没有想到，在这场篮球赛中本肯斯坦一直是在打得分后卫。

1973年9月，霍金到莫斯科去与泽利多维奇及其他俄国的相对论者探讨黑洞原子的量子力学问题。在他们当中有亚历山大·斯塔罗宾斯基，一个瘦瘦的、严肃的、口吃的年轻理论家。斯塔罗宾斯基提出一个观点，认为旋转的黑洞会喷出基本粒子。霍金并不认为这观点完全是疯狂的。从彭罗斯其他多项的研究中可知，从黑洞的旋转中可以得到能量，就像是从任何一种发动机中得到能量一样。能量会以粒子或者辐射形式出现，就像是从粒子加速器中射出一样。

但霍金并不喜欢斯塔罗宾斯基得到这个结论的方法。回到剑桥后，他决心自己重新进行计算。为了搞清事实，他先要进行一下热身，算一算一个不旋转的量子洞的辐射率。他知道答案将是没有辐射。在已知答案的情况下，做一个小小的例子是一种常用的手段，是从普遍原则当中获得启发，然后去探索未知领域的一个好办法。

但这件事情中的普遍原则并没有这么简单。仅仅在头脑中构建计算的结构就用去了霍金两个月的时间。11月他来到牛津，他发表演讲，介绍了他将要进行的计算所用的方法。但在那个时刻他还不知道答案。

10天以后，他精心设计的方程式终于在他大脑中的黑板上展开了。多亏他有这样的保密手段，因为他所得到的结果令人尴尬。他想像中的黑洞就像一个发了疯的火山一般，喷射着物质与辐射。

霍金知道他犯了个错误，但他不知道错在哪里。固定不动的黑洞只是吞噬一切，它们不会喷出物质。"当我得到产生无限粒子这个结果时，我觉得非常遗憾，因为它摧毁了我研究的框架结构，"他说道，"后来看起来，这个黑洞原子的想法并不好，我不希望产生这些粒子。我不是在寻找它们。我只是从它们身边偶然经过。我非常地生气。"

圣诞节到了。他在一遍遍地反复计算中度过了这个孤独的假期。他想出各种办法来除掉这些跑出来的粒子。有一次，他甚至把自己锁在浴室里面思考。

同时，除去自己最好的朋友以外，他不愿意把发生的事情告诉其他任何人。他害怕本肯斯坦会听说这件事情。黑洞中产生的辐射，所谓的黑洞本体辐射，与从一个热物体中产生的热辐射具有同样的特点，同样的光谱，就好像人的手能从火炉或者前额上感觉到热一样。这就意味着这些洞是具有温度的，正如本肯斯坦研究中所暗示出的那样。"实验所表现的正是霍金一直在嘲笑的关系。"西阿玛评价道。霍金不想为本肯斯坦提供弹药来打击自己，尽管他现在还不相信自己的发现。

1月份时西阿玛来到了天文研究所，他碰到了里斯。里斯脸色发白，浑身颤抖，手抓着门的把手。"你听说了吗？"他气喘吁吁地说，"斯蒂芬改变了一切。"

西阿玛听了他的叙述，说服霍金将在下个月他在牛津组织的一次关于量子引力会议上将结果公布于众。霍金参加了会议，"就在

会期一天天接近时，整个问题变得越来越合理了。”霍金回忆到，“所以，到我2月份发表讲话时，我已经完全相信这个结果了。但许多其他的人并不相信。”他把自己的论文题目定为《黑洞在爆炸？》——这个问句显示出他自己本身存在怀疑。

霍金摇着轮椅走到屋子的前边，一架投影仪把他含混不清的话语打在屏幕上面，描述他的量子力学公式是如何导致一股粒子和辐射由至今为止尚未解决的黑洞表面喷涌而出的。就像所有的量子效应一样，这个公式也仅与小型黑洞有关。黑洞的温度与它包含的质量成反比。一个具有星球质量的“正常”黑洞所释放出的温度只有一千万分之一度；它的存在的目的就是一个黑色的死亡的吸收体。但是微小黑洞，如果它们存在的话，将会是热的。一个在大爆炸中形成的十亿吨的原始微小黑洞，在时空中只有一个质子那么大，它的温度将会到达白炽点，1 000亿K度，喷发出伽马射线。

霍金推理道，在黑洞辐射的过程中，它将丢失能量和物质，所以它的视界将会缩小（因为他以无序态辐射出纯粹的热量，所以不违背熵的定律）。黑洞越小，就会越热。黑洞越热，其辐射活动就会越剧烈，缩小的速度就越快。黑洞也陷入了一种失控状态。霍金做出结论，或早或晚，黑洞也会像独立日的礼花一爆炸，释放出伽马射线和奇特的基本粒子。一场黑洞的爆炸，听起来像是佛家的心语。什么时候黑洞不再黑？当它爆炸的时候。

霍金讲完以后，仲裁人约翰·泰勒，一位有些知名度的英国理论家，将其视为胡言乱语。

当时绝大多数人也都这么看。泽利多维奇，这位从某种意义上说是黑洞爆炸理论教父的人，也用了两年时间才接受了霍金的新理论。1976年，索恩在莫斯科。在他访问的最后一天，他到泽利多维奇住的公寓去拜访。在那里，泽利多维奇摊开双手。“我放弃我的观点，”他喊道，“我放弃。我过去不相信，但现在我相信了。”

霍金对这种刚开始的不信任并不觉得奇怪，因为他所设计的模式中还存在一个问题。计算仅仅显示出霍金射线——很快人们就这

样称呼它了——来自黑洞，但没显示出它是如何产生的。在那个冬天剩下的时间里,霍金绞尽脑汁寻求一个能让物理学家相信的解释，至少要涉及这方面内容。辐射不是像空气从车胎里漏出来那样，从黑洞中的物质里面泄漏出来的。因为黑洞里根本没有物质，无论什么进到里面，都会在奇点处被挤压消失。黑洞是一个空的弯曲空间。粒子怎么可能从一个空的空间里跑出来呢?

他想到的答案就是不确定原则。霍金知道，不确定原则的奇特含义之一就是不存在绝对的虚空：空间永远不会完全为空。原因在于在一个容器内——比如说一个盒子里——的物质-能量的总量，总是不确定的，无论测量得多么精确。测量时间越短，不确定的程度就越高。在量子力学当中这种不确定性——术语称为真空波动——以基本粒子时隐时现的运动形式表现出来。这种所谓的虚拟粒子是以互补对子的形式创生出来的——一个粒子，比方说是电子和它的反粒子正电子。它们依靠借入的能量生存，时间为一秒的无穷小分之一，然后相遇，相互抵消后消失，将能量释放回宇宙之中。虽然听起来有些疯狂，小W·E·拉姆依靠测量氢原子中这种幽灵般的粒子在原子上的传递的效应获得了诺贝尔奖。真空真是一个看不到的创造之源。

霍金想，假设这个粒子对的喷涌仅仅发生于黑洞的边缘。暂时形成的一类粒子然后会飘飞无踪，逃避与它一起诞生的伙伴再次碰面的机会。被抛弃了的粒子将会自由地离开危险区域，像是匹诺曹一样，变成真的粒子。对于远方的观测者来说，它看起来就像是从黑洞中冒出来的一样。它的能量源自黑洞本身的消耗。每吞下一个粒子，黑洞同时也吞下了这个粒子亏欠的能量。当自然的记账簿需要平账的时候，这一亏欠的能量将由黑洞中的物质加以偿还。实际上，黑洞吞下了的是负性能量。黑洞将以霍金方程式中所预测的速度放出辐射并损失质量。

霍金甚至还有一个根据理查德·范曼的观点所做的更加怪异的解释，即，反粒子在数学上相当于时间倒转时的粒子。以这个观点

来看，落入黑洞中的粒子，实际上是一个在时间倒转状态下从黑洞中跑出的反粒子（这种情况只能发生在时间向回走的时候）。一旦跑出了黑洞，它就会碰到强有力的引力场，变成一个一般的粒子，沿着正向时间方向前进，就像一辆汽车倒出车道，碰到某个人留下的垃圾桶，转了一个方向，继续沿着路开走了一样。这个观点使霍金得以把他的黑洞辐射与奇点直接连在一起，而这种联系正是他一直想要的。

当我和西阿玛谈话的时候，他向我讲了一个他为之骄傲的较为简单的解释。他指出视界本身由于不确定原则的存在也会发生涨落。当它沿着黑洞场内的陡坡上下滑动时，就会产生大量的辐射。“当人们想到这一点时，”他说，“人们就能看到视界在摆动。”

当我问霍金这一点时，他谨慎地答道，任何一个这种“富于启发性”的解释都不能过分逐字逐句地加以接受。真正的真理来自数学。“霍金射线最重要的地方，”他说，“就是它表明黑洞不是与宇宙其他部分隔离开的。它与大爆炸有很多内在的相似之处。现在我还没有看到如何用同样的方法来对付大爆炸。你可以把从黑洞中跑出来的粒子看作从它中心的奇点中跑出来一样。而大爆炸中的奇点也许和这样一个奇点的运转方式相同。”

那它和“大塌聚”有什么联系吗？

“人们可以提问，一个人跳入黑洞以后，会发生什么？”他回答道，“我当然认为他不可能活下来。从另一方面说，如果我们把一个人派到黑洞里面，无论是他还是组成他的原子都不会回来，但是他的物质-能量会回来。也许这个道理适用于整个宇宙。”

霍金的工作所受到的迎接是使大家如释重负的一起长叹一声，从中也能看出黑洞压在众多物理学家心头的沉重心理压力。西阿玛说这是物理学史上最为美丽的论文。一个膨胀的黑洞会返还其物质-能量，它把自己吞噬和储存了不知多少年的能量，又还回到宇宙中，这等于点燃了一盏象征重生的烛光。

从科学意义上说，关键在于引力与量子力学的相遇。霍金对于

微小黑洞的研究第一次成功地把两种理论结合在一起。两种理论都以某种奇特的方式涉及到了熵的问题。当两个理论最后统一真正到来的时候，将会与他的结果相符。在热力学古老的经典而又神秘的王国中，在万物中间，霍金第一次在能够使宇宙弯曲的引力和居住于宇宙中的量子混沌之间发现相同之处。

霍金的发现掀起了一场运用伽马射线卫星和宇宙射线探测器，在天空中搜寻爆炸的微小黑洞的热潮。虽然一个也没有发现，但主要原因是搜寻能力太弱。仪器证明天空中伽马射线辐射值很低，使得黑洞爆炸的数量被限制在每立方光年每世纪只会出现两个。星系中的空间是很大的，但天体物理学才是最为重要的。霍金的工作非常重要，即使原始的微小黑洞不存在，甚至正常黑洞不存在，他的工作依旧重要。

霍金又一次变得声名显赫。或者说，他的名声与他的传奇故事交替上升。到了70年代末，除了在斯德哥尔摩颁发的诺贝尔奖之外，一个物理学家所能得到的所有奖项他都已经得到了。每到秋天，都会有传言说，这次轮到霍金了。

从1974年到1975年，霍金在加州理工学院度过了一年时间。这一年中，简假想他们是在度假，这样她就可以享受沙滩和群山的快乐，而不必去想在洛杉矶一片混乱的机械装置中照顾全家的事情了。当他回到英格兰时，他已经不能再自己开动他的残疾人专用车了。他买了一个电动轮椅。像以往一样，他还是不喜欢有人帮助他，他学会了灵活操纵轮椅，由于轮椅自身具有动力，使霍金的运动能力和自立性更强了。霍金全家开始让他的研究生帮助照顾霍金的日常起居，这项工作很花时间。第一批人中就有卡尔，他说干这事就像是在参与历史的进程。听到这样的话，霍金哼了一声，回答说，如果一个学生帮助他的教授上厕所，那么他就很难再对教授产生敬畏之情了。

霍金的生活经历和他生活的主题往往掩盖了霍金本人的性格。他不愿意时时去想死亡的事情。他抱怨说，人们过分强调他身体的

残疾，而实际上，不管怎么说，这不过是给了他一个坐着思考自己喜欢的事情的机会。很少有人，甚至包括其他的科学家在内，能够看透疾病罩在他心理和理解力上的黑幕。霍金下决心要比他的同事走得更深更远，他们已经习惯于听到在波士顿、伦敦、特拉维夫、圣弗朗西斯格和莫斯科科学聚会的黑暗走道上，他驾着轮椅呼呼而过时的声音。在记者招待会和正式会议上，当物理学家闲谈的时候，他总是一个人和陪同他的人呆在一起，而不是像人们期待着一个敏锐的思想家那样，和一大群人一起谈话。

就霍金而言，那是他们的问题。他是身处困境之中，但他本人并不是一个困境。

1976年，一颗霍金的星球出现在召开于波士顿的得克萨斯研讨会上。我第一次看到他时他正吱呀吱呀地驾着轮椅穿过波士顿的科普利购物中心装饰华丽的前厅，他在轮椅里脆弱地扭动着，一个笨重的方形公文包伸在椅背后面，他长长的手指握在黑色的控制手柄上。看起来他的体重不过九十磅。他的套装在身上起着皱，两只脚看上去像是孩子的一般，一起伸出去，踩在轮椅的脚凳上。他的脸很光滑，没有皱纹，仿佛他只有二十岁一样，留着孩子头，但他的年纪从眼睛周围显示了出来，他目光忧郁，眼角都是皱纹。他的嘴又宽很大，由于疾病折磨显得更加夸张。

虽然我对霍金几乎一无所知，他那种人格魅力还是一下子吸引了我。从某个难以名状的角度上说，我觉得我和他相识已久了。

由于舞厅的讲台没有坡道，所以当轮到霍金讲演时我和硫黄岛的其他6名天体物理学家一起把他抬上了讲台。轮椅用的是沉重的汽车用电池，所以把它抬上讲台颇费了一番力气。霍金的头懒洋洋地垂着，一副不自信的样子。在讲台上，他显得更矮小了，蜷曲在一个巨大的银幕下面，银幕上打出他的讲话。霍金的话听起来像是一串自言自语和叹息之声，当他疲倦的时候，有时会垂下头来，就像是讲话的标点符号一样。他讲了45分钟。

与他反对本肯斯坦的关于黑洞是熵那时的观点相比，霍金的观

念发生了完全的转变。他现在似乎把黑洞看成了一个纯粹的熵，将无序和随机性遍布整个宇宙，像一条饥饿的鲨鱼一样四处游荡，吞噬着各种物质信息，然后喷出种种不可预测的东西。由于黑洞的射线来自奇点，它的不可预测性要超过早已尽人皆知的不确定原则。在不确定原则中人们可以了解粒子的速度或者位置二者之一。而在黑洞辐射情况下，他主张说，任何特征都是无法预测的。这种更大的无序程度被他称之为“不可知原则”。在做结论时，他间接提到了爱因斯坦在反对量子力学时所说的一句名言，“上帝是不玩骰子的。”

“上帝不仅玩骰子，”霍金宣布说，“有的时候他甚至把骰子撒到人们看不见的地方。”

讲座结束后，我简单地和霍金及卡尔谈了几句。当我问他能不能拍张照片时，霍金和卡尔用了半个小时的时间，想使霍金的领带战胜引力作用，变得平平整整。

反抗是他性格中一贯的特点。在人们对于引力绝望而喋喋不休时，霍金平静而顽固地驶人这一领域中，在他的头脑中曲折地建构了一个小小的张量方程和光锥图表。我不得不把他想像成圣乔治，他冲进龙的嘴里，又死而复生，凯旋而归。

从某个层次上说，黑洞不过是一个古老梦想的最新的名字，那是每个科学家都有的梦想。那个如同照相底片或者写在黑板上的粉笔字一般清晰的大脑，解释了黑洞的意义，而同时，它的内部也有着一些有几亿年历史的构造：大脑皮层可以阅读和推理，而负责理性思维的部分做出反应。如同一个优秀的诗人一样，惠勒大脑的理性部分使他知道应该如何激发起恐惧和厌恶。而霍金——我不知道霍金和什么联想在一起。科学史中有很多在梦中或者其他种种下意识状态下解决问题的故事。例如凯库勒，他靠着梦见蛇咬自己的尾巴发现了苯分子的环状结构式。我常常猜想在霍金的思想当中是不是死亡与黑洞联系在一起。这实在太令人惊讶了，所有人都可能组合方程式来探索黑洞之眼，并发现其中闪烁着创造和变化的微光，

却是由一个自身接近于垂死的人完成了这项工作。

为什么惠勒没能完成这项工作？为什么不是本肯斯坦，他距离成功如此地接近?为什么不是卡特或者彭罗斯，或者任何一位俄国人？整个世界对于黑洞具有一种心理障碍，只有霍金能够打破它。

看起来问他这些问题非常重要，所以，1978年我到剑桥去了一个星期。心里想着能作一回霍金的心理医生：我想知道，他是怎么进行思考的。

我打算由伦敦乘火车去剑桥的前一天恰巧是我的生日，我来到塔特博物馆，看着威廉·布莱克画的关于创造和诅咒的一组图画。在我看来，它们画得好像都是把人投入黑洞时的景象。我很紧张，因为我以前从来没尝试进行这样的采访，而且，使我正常的紧张程度进一步恶化的原因又在于霍金一个吓人的人物。人们对他说话，他却不能回答。我感觉我像是马上就要登上舞台一样。我发现我记不得霍金的长相了。我只记得轮椅上一个身材瘦削的人，但他却没有脸，只是一片黑暗。

霍金的办公室在应用数学系和理论物理系楼里，这座楼位于一条狭窄的旁街上，是一座脏兮兮的砖楼，看上去像是一栋工业建筑，办公室门上贴着一张贴纸，上面写着“黑洞是看不见的”。办公室又长又窄，水泥地亮得放光，有一个台子，可以操纵轮椅上去，一个自动翻页器，一个手柄操纵的计算机，还有其他的机械辅助设备，更有尘土堆积的书架围在台子的周围。每个垂直的平面上都摊着文稿，书都是打开着立在那里，为的是方便霍金阅读。办公室里没有人，霍金不在。

我11点来到这里，正好赶上上午茶的时间。如同他的前辈西阿玛一样，霍金的周围也总是聚集着一群研究生。他们看上去像个街头的摇滚乐队，一样的年纪、一样的装束、一样的苍白，显示着营养不良的迹象。我看到他们围在走廊尽头处的一张白色胶木桌的周围，边开玩笑边在桌面上写着方程式。他们在谈论政治，“我是个右翼社会主义者。”霍金这样说道，周围一片笑声。他又补上一句，

“我支持卡特，我支持福特。但我不支持尼克松。”我注意到桌面上盖满了暗淡的蓝色字迹和数字，这些都是去年热点问题研究的结果。他们好像从来都不把他们擦掉。“如果我们想把什么东西保存下来，就把桌面复印一下。”霍金打趣说。

霍金说的话，除了几个经常和他在一起的伙伴以及他的秘书之外，别人已经听不懂了。我和他谈话的绝大部分都是由两个人翻译的。一个是唐·佩奇，他是个美国人，生性快乐，高个子，是来自加州理工学院博士后，他说自己是个再生的基督徒，现在他和霍金住在一起，负责照顾他的起居。另一个是加里·吉本斯，他从前是霍金的研究生，霍金和他一起研究一些霍金射线所揭示出的深远意义，并且同用一个办公室。霍金低声说出一些长长的音节。我常常以为他已经说完了一句话，实际上他刚刚说了一个字。他仍然保持着一个正常人进行科学研究的成果产出量，他费力地以每天一页的速度，向秘书或者合作者口述论文。

如果除去他的疾病和其他身体状态的糟糕的问题，霍金是个活泼，固执而又谦逊的人，他对于神秘主义和思维混乱感到不耐烦，他受不了别人含混其辞，只要谈话富于理性，他就乐于与人交谈，并回答别人提出的问题。

他说话时脸会扭曲，在说笑话之前眼睛总会放出光来。当他疲倦时就会低下头去。

他自认为，名声是一种让人讨厌的东西。各种骗子和怪人都会给他写信。他的书箱里堆满了毒蛇野营的邀请信或者神秘家忠告之类的各种东西。他讲的幽默故事，无论是在大学生的陈词滥调的笑话中，还是在麻省理工学院大厅里的技术性幽默当中，人们都能听得到。有一次在电梯里，我问霍金他是否认为在最终的引力理论中还存在奇点，无论它是个什么样子。“只要是在复形平面上[1]，总是

①这是数学和物理学中一个非常重要的数学空间，在其中数字即是实数又是虚数。虚数包含一个因数i，它是-1的平方根。一个复数以3+4i的形式出现，第一部分为实数部分，第二部分为虚数部分。

存在奇点。”他机警地说，摇着轮椅走出电梯，正好从我脚尖上轧过去。

我追问这个问题是因为在宇宙中是否存在奇点，并且这一奇点可以看到，感受到，这种可能性一直显得非常神秘。从某种意义上说，奇点是物理学家能够达到的离上帝最近的地方。它本身就是上帝。在黑洞蒸发完以后，有没有可能留下一个毫无遮盖的赤裸的奇点呢？

“这是我们都想知道的事情。”他说道，“但就我看来，黑洞蒸发以后，剩下的只能是空的空间。黑洞的粒子将会散尽，但最后不会有奇点保存下来。”他一定看出了我的失望情绪。“这不是根据数学论述得出的，我们还不知道如果去处理蒸发最后阶段的情况。”

所以，宇宙监察制度仍然在发挥着效力？

他皱起眉头，“这个问题其实是问宇宙监察制度在量子领域内的意义。当黑洞产生粒子，就从某种意义上打破了宇宙监察制度，因为粒子已经出现了。但不管怎样，人们还是不能量化说，宇宙监察制度是怎样被打破的。人们可以说这种情况的概率是多少。它不是仅仅以一种主观臆断的方式打破的；从某种意义上说，它具有最大限度的随意性。”

“我们这些物理学家，为了继续工作，不得不相信宇宙是有意义的。在整件事情的背后，很可能是在物理学家的脑子里，会有这样一种想法，那就是总能有一种完备的理论来描述宇宙。我们正在发现这个理论的一些部分，正在尽量把这些部分拼凑在一起。真的希望宇宙不仅仅是一个任性的多变体。”

到剑桥的第二天早上，我问霍金是否认为与疾病斗争使他变成了一个更伟大的人和更出色的物理学家。“是的，”他非常正式地答道，“当一个人的希望值降到零点的时候，他就会珍惜他所拥有的一切。”这样，我壮起胆子大声问他是不是认为自己身体残疾与伟大的黑洞的发现有什么心理上的联系。有没有这样的可能性，当一个人接受了死亡的事实后，他就会不知何故地变得对生命看得更开

一些。

“你不应该夸大其辞。”他温柔地答道。

我接着问下去，提醒他说，在新时代的思想家眼中，科学家总是在挖掘在史前的黎明时就存在于人类潜意识中的相同的原型与思想。关于黑洞的奥秘人们最愿意想到的就是一个印度的黑暗之神——时母,她一生下孩子就马上把它们吃掉，这个神祇象征着创造和毁灭这两个推动宇宙前进的引擎。我开始读一封署名约瑟夫·坎贝尔的爱好者的来信，他是个人类学家，喜欢收集各种神秘传说。

在我读信的时候，霍金变得越来越厌倦。我想他是又想轧我的脚趾头了。

坎贝尔把时母描述为一个“具有很多名字的可怕东西，其中之一是‘难以靠近’（durga）的意义，她的胃口空空如也，所以永远装不满，她的子宫里永远有能力产生所有东西。”他引用了印度神秘主义者施里·拉梅·克里施那的话说，“当一切还没有创生，没有太阳、月亮、行星、地球、黑暗包裹着黑暗，母亲，没有形状的时母妈妈,那巨大的力量，自己和自己在一起，那绝对的……在毁灭了宇宙之后，她把下一次创造需要的种子收集在一起。”

霍金再也抑制不住自己了，“那是时髦的垃圾。”他轻蔑地说。“人们到东方去的原因就是那里有一些他们以前没有见到过的东西。但作为一种对现实的自然描述，那就大错特错了。它不可能产生什么结果。我收到很多持这种观点的人给我写来的信。如果人们看透了东方神秘主义，就确实能找到暗示着现代物理学或者宇宙学的东西。但我认为它们没有多大意义。”

“可能存在着一种心理学上面的联系。将它们称为黑洞是惠勒要的一个手段，因为这种联系确实产生效果，使很多人得上了神经衰弱。如果俄国的术语冻星得到广泛接受的话，那么这部分东方的神话看起来就根本不那么重要了。它们之所以被称为黑洞，就是为了让它们使人联想到被毁灭或者是被吞噬的恐惧。所以从那种意义上是有联系的。我并不害怕被投入其中。我了解它们，我感觉从某

种意义上说，我是它们的主人。”

霍金不同意说他与一个黑洞有什么相同之处，“我总是发现我有与之交流的能力。”

霍金不准备被吞食掉。

霍金一家住在剑河附近，坐轮椅到剑河只需要十分钟，他们住在属于剑桥大学的一座维多利亚式大房子的一楼。一天下午，我步行到那里，和简一起在起居室里喝桔子汁。黑洞似乎变得非常遥远。他们的女儿露西长着干草般的黄头发，天蓝色的眼睛，她不停地在屋里出出进进。午后的光线从高高的南窗中飘动到钢琴上。

简长着雀斑，一头红发，说起话来语声爽朗，表现出一种真实而粗犷的乐观主义精神，美国人在西进运动中靠的就是这种精神。“我们是幸运的。”她说道，“我们的生活过得不错。每当生活变得艰难起来，就会有一些好事情发生。生活会以自己的方式进行调整，所以，考虑到他的身体状态变差，实际上生活和以前相比，是变得好起来了。”

“比方说，我们两年前从加利福尼亚回来的时候，发现斯蒂芬不能操纵那辆三轮残疾人用车了，那辆车是他从国家健康基金贷款买的，不过那时这问题真的不重要了。这在无形中成了一件好事，因为不管怎么说，通向研究所的路是非常危险的。我说不重要是因为我们那时能买得起一架电动轮椅，你可以看到，他驾驶着它一直开进来，对他来说真的方便多了，因为他不必像开三轮车时那样，需要有人帮助他出出进进。他坐在电动轮椅里面是完全独立的。所以总会有一些补偿因素，使得他身体状况恶化这一事实变得能够让人接受。当然，还有另一件事情，我们从加利福尼亚州回来时，我们不能再住自己的房子了，因为那房子在三楼，但大学对我们非常好，给了我们一层的房子，正如你所看到的那样，这实在太好了。”

她伸开双臂。“这真的是太棒了，对我们和孩子都是如此。门口宽宽的，斯蒂芬出入非常方便。斯蒂芬已经去本地的小戏院看过一次戏了——那真的是一个很好的戏院。他们在长椅子后排装了一

个可拆卸的座位。我们晚上去看戏的时候，他们就把那座位拆下来，他就可以直接开进去以后把他的轮椅停在那里。”

简学的是中世纪语言学，她并不假装追随着丈夫的研究脚步，她反对在家里安装电脑（虽然她十岁的儿子想装，但是毫无希望）“我觉得它需要真正单纯的头脑，”她指的是科学，“而且我觉得它就意味着你不能真心想干其他任何的事情。你知道，某种意义上，斯蒂芬的身体状况是一种富于诗意的公平。因为，由于他身体状况这样悲惨，他能够完全彻底地投身到工作中去。他除了这些之外什么也干不了。”

这也是个问题吗？我怀疑这一点。“嗯，这对于我不是什么了不起的事情，因为我知道他除此之外，什么也干不了。我能够想像一些物理学家的妻子的悲哀，当她们指望她们身体健康的丈夫帮个忙时，他们却不能分身，在这一方面我根本没抱任何幻想。”

“我觉得斯蒂芬已经实现了一个重要的、强烈的抱负，使人类知识的领域拓展了那么一步。我们很少有人能有机会做到这一点。当我们看到他做出的成绩时，我觉得非常的心满意足，尽管我并不理解其中的含义。他取得的成功，就我的理解来说是他将才智发挥到了极限。他一点也没有浪费才智。实际上他使之更加强化了。”

正在这时，霍金和佩奇从车道那里走来了。

我出去散步，最终来到了国王大学的教堂——一座灰色的石砌建筑，带有直直的扶垛——在那里聆听合唱团在进行晚间祷告。我看着暮色渐渐变得沉重，在那回荡在古老的石制拱顶建筑的悲凉的歌声里，我也变得睡意沉沉。我感到孤独，一种死亡的感觉从心底升起。对我来说，霍金的宇宙像是一个含混难解又令人不安的地方。

霍金在那个星期的早些时候对我谈起，他现在真的想对引力进行量化。那才是他最大的雄心所在。在最近一份富于争议的论文中，他和吉本斯已经把霍金射线的观点由黑洞拓展到了整个膨胀的宇宙当中。由于重力与加速度是相同的，加拿大理论家威廉・昂阿指出，任何人在空的空间当中进行加速运动时都会看到辐射和粒子向他冲

过来。此外，加速度不同的观测者将能计数到不同数目的粒子，看到不同温度的辐射。

霍金和吉本斯此时回忆起爱因斯坦并不觉得愉快，他们得出结论，观测者因加速度不同，或者因为身处力很强的引力场中，对他们来说，现实本身开始发生分化。“两个不同的观测者甚至会遭遇到宇宙的不同历史。”他们写道。在一次接受《新科学家》杂志采访中，霍金暗示说，物理学定律本身也有可能取决于不同的观测者而有变化。

但那什么才是真实的呢?

“你不应该问这样的问题。”他答道。“我并不认为只存在一个单独的宇宙。”他接着解释道，如果人们对于整个宇宙进行量子力学的研究，正如他现在正在试图对于引力进行量化一样。就会在玻尔的波函数收缩上产生一些严重的概念性问题。比如说，是谁在对宇宙进行观测？他站在哪里？所以霍金采用了一个惠勒和他的学生休・埃弗雷特提出的一个怪异的解释。“埃弗雷特-惠勒方法，”他解释道，“就是说宇宙的波函数根据不同的测量方法，存在很多不同的分支。或者是同一测量方法得出的不同结果。宇宙存在不同的分支。每个分支对应于不同的测量方法。”所以，波函数不会收拢于一点，而会继续分叉，就像是榆树的支叉一样。

那它不是像平行宇宙一样吗?

“它们就是平行宇宙。”

在他的哲学当中，好像每一个时刻都是诞生的时刻，都是一次天才的创造，产生出百亿亿个宇宙——在这些宇宙中，棒球不会在1986年世界系列赛第6场时从比尔・巴克纳两腿之间穿过。存在百亿亿个宇宙，每一个中都会有百亿亿种方式，使得那一球在飞向他冻僵的脆弱脚踝时弹开去。

但它们是同一副牌中的每一张牌，那百亿亿个宇宙共同构成了一副牌，就是大爆炸这个终极事件。我们只能在一个时刻，一个时间内居住在一个宇宙之中，而这个宇宙有它自身的诞生方式，一个

具有无限密度和种种疯狂法则（也许没有任何法律）的开始。它也会有终结。如果霍金和相对论是正确的，那么整副宇宙之牌将会被奇点所穿透，奇点是大爆炸或者大塌聚的小型模型，在这里我们通常理解的并习以为常的时空和物理学法则完全被破坏。在一篇杂志文章中我引用了霍金的一句话，说这是“物理学的巨大危机(crisis)”，但一个打字错误却使这句话变成了“物理学的巨大马戏（circus）”，我打算不去改动它。从奇点所表现出来的品性来看，它更像是马戏而不是危机：任何情况都可能发生，尽管可能使人丧命。在我的脑海中，它们五颜六色地呆在那里，（像是有着明快颜色的马戏帐篷一样），处于科学可以预测的灰色区域之外，慢慢挤压过来，像一台巨大的机械加法计算机一样，一次次强调着必然性。我的一生当中都在寻找一个出路，来跳出由平凡存在的世界构成的灰色的命运。对我来说，奇点就像是嬉皮士——戴着小丑面具的杀手——穿过联邦储备银行。他们同时既解放了现实中的灰色法律，又执行了那些不为人知的，支配一切法律的终极法令。它们是实实在在的证据，就存在于时间的尽头，证明了一种神秘的力量，比我们能够想像的任何事情都要强大，当人面对这个真理时，它会烤焦人的脑子，烤干人的血液——就像是面对上帝一样。

它们就是魔法。物理学定律——那灰色的真实的相对论——竟能预言奇点的存在，这一看法本身就令人惊异。奇点定理对我来说，就像是一个证据，证明奇迹的存在，证明存在超出物理学本身之外的魔法。我想从霍金那里了解这些奇迹，这些令人恐惧的奇点的转变是否真的存在。即使我们看不见上帝，那我们能不能至少知道上帝就在那里，即使他在黑洞深处或者时间的尽头愠怒不已。我想从霍金那里得到一些奇迹般的感触。

转天，我跟着他来到伦敦，他在那里的皇家学会组织了一个爱因斯坦诞辰百年的纪念会。霍金不愿再花更多的时间和我谈话，他更愿意见到来自世界各地的同事和朋友。我们整整玩了两天捉迷藏的游戏。最后，当活动结束后我终于在皇家学会的台阶上截住了他

和佩奇。我又一次问起那个曾在电梯中问过的问题。“我们真正获得量子引力理论之后，还存在奇点吗？”

“是的，我认为如此。”他认可了，然后又重复了他以前说过的话。只要是在复形平面上，总是存在奇点，他的理论就是从这里引发出来的。“人可以想办法靠近这些奇点。但奇点存在这一事实非常重要，会引发重要的物理学效应。”

我已经糊涂了，人可以用数学的方法除去奇点，“但在物理学上奇点真的存在吗？”

“这又回到是不是存在惟一的时空图这一问题上了，”他温和地答道，“我认为如果人们认真对待量子力学，时空图就不会是惟一的。”

“那是不是意味着在某些情况下奇点不在那里？”

“奇点在那里又是什么意思呢？”霍金答道，“你所能问的就是能够进行观测的概率有多大。我认为人们不能真正观测到奇点。”

当我问到彭罗斯的时候，他也说了相同的话。因为奇点永远存在于未来之中，就像下个星期二那个日期一样。“它总在你或者什么其他东西的前面。”我没有把握地问道。

“是的，但我甚至说不准，到那个时候你会不会遇到它。即使你和它相遇，你也不能真的提问说它在不在那里。”

“当它遇到你时就已经晚了。”

“如果你能提出问题，”霍金继续说道，“那么答案很明显是否定的，你没有碰到奇点。”

“这对我的理解没有帮助。”我承认道。这真是一场滑稽的对话，和你说话的这个人曾经因为觉得生物学模糊和不确定而拒绝学习。也许我提的问题是错误的，我决定采取另外一种战术。我们的命运是怎样的呢？处于时间终结处的奇点是怎样的呢？“是不是在大塌陷出现时，所有的东西都会缩小为零呢？”

“宇宙会不会塌陷仍是一个尚未解决的问题。”

等一会，等一会。我的情绪变得低落，因为我知道他接下来要

说什么。但不管怎样，我还必须要问。一个电子是一回事，而整个宇宙又是完全不同的另外一回事。它必将选择这样或者那样的前进道路。人要么死去，要么活下来。宇宙要么存在，要么不存在。他不是要说，对于某些观测者来说，宇宙会有终结之时，对另一些人就没有吧？

霍金笑了，是的，他对我说，就是这样。

7

大 爆 炸

稠密的雪片在科罗拉多中部的萨瓦奇山脉中飞旋而过。它从独立关口像柔软的冰川一样滑下罗令弗克山谷，绒毛般的雪片填满了14 000英尺高的顶峰之间的千沟万壑，像扯碎的绵絮般挂在松树上。大雪湮没了阿斯彭山，滑雪的人将它称为大力神山，它矗立于阿斯彭镇的中部，就像一个弯下一条腿的巨人。大雪飘过镇上维多利亚式的街道，早间汽车上班的声音和喧闹的滑雪人快乐的早餐时发出的声音都被笼罩在一片寂静之中。在此之前，洛基山脉经历了一个非常干旱的冬天。

在城镇离山较远的那边，房舍渐稀，代之以草地和急流的涧间溪水。大雪落在一组雪松木建筑的平屋顶上，那里就是阿斯彭物理学研究中心的所在。最大的房子里住着24名物理学家和天文学家，他们身着滑雪服，正坐在教室的书桌旁边，目光呆滞地听着讲座，进行着关于宇宙的争论。

其中一人，又高又瘦，腿很长，留着暗色的直发，小脸盘，脸上总带着一种嘲弄的表情，没精打采地坐在前排，椅子斜放着，以便把背靠着墙。他双腿伸开，就像一对滑雪板一样，上台讲话的人得小心翼翼，生怕踩到他的腿上。他不记笔记，而是一直在和讲话人开玩笑，只要他高兴，在别人讲话时，他时不时地会插上评论，批评两句，或者说句笑话。“啊，这是真理，这是美。”他对某个特别观点回应道，整个研讨会就像是两个人在他起居室或者办公室里聊天一样。

这个人名叫菲利普·詹姆斯·爱德华·皮布尔斯——简称为吉

姆——在这里他有权那么舒服自在。他的名字不常上报，因为他是宇宙学家中的宇宙学家。从某种意义上说，宇宙中的宇宙学家如果聚集在什么地方，那就会是他的办公室。从某种非常实在的意义上讲，所有这些人都是他的学生和门徒。他们到这里来所提出的绝大多数问题——例如，为什么会有星系？宇宙是由什么形成的？宇宙为什么是同一的，或者是不是同一的——这些问题都是他教他们的。就在他斜着身子，温和地嘲笑他们的答案的过程，这类问题就提了出来。

就如同那些观点不同的教堂一样，宇宙学这门学科里也包含着各种不同的研究方法。其中一派是桑德奇的观测宇宙学，他有时称之为实用宇宙学或者宇宙志学。他用200英寸口径的望远镜观测宇宙，寻找描述宇宙膨胀的两个数字。另一派是霍金的理论探索方法，坐在那里思考那些有关宇宙诞生和灭亡的伟大原理。皮布尔斯是第三派宇宙学研究的创始人，他的目标不那么宏伟，但更加坚定而且更有抱负。他和他的追随者称自己为宇宙物理学家；他们不太在意宇宙的命运，而更在意它的起源。他们希望能从描绘宇宙是什么转向研究宇宙为什么会形成现在的样子——为什么会存在星系和物质。简单地说，宇宙是一个物理学问题。在80年代时，世界上绝大多数自称宇宙学家的人实际是宇宙物理学家。

吉姆·皮尔布斯还记得自己成为宇宙学家的那天。那是1964年炎夏的一天，天热得像在地狱中一样。普林斯顿绿叶成荫的殖民地式小径——爱因斯坦曾在这里漫步，惠勒现在正在这里以他催眠术一样的引力灭亡理论统领潮流——看上去干枯而又朦胧。那年夏天里密西西比州人权运动正风起云涌，“甲壳虫”乐队登上了音乐排行榜的榜首。世界正在几次重大的爆炸边缘震颤着：其中一次爆炸将发生在新泽西州。

他丝毫不知自己将会成为命运的宠儿。那个夜晚他和每个星期五过得没什么区别，蜷缩在一张书桌上喝啤酒，吃比萨饼，同时物理学的奥秘正展开在黑板上面。如同很多自诩聪明的年轻物理学家

一样，他整个的春天都在研究对引力的量化问题——毫无结果。转过年来，他的研究员职位即将届满，他就得考虑接下来到哪儿去的问题了，但现在他的日子过得还不错。

那时皮尔布斯已经29岁了。他和妻子、大学的恋人艾莉森已经有了两个女儿。处在压力颇大的宇宙学领域里，他的生活几乎太普通了。他喜欢外出活动，他的性格就像是山上流下的水，举止非常随意。他不喜欢正襟危坐，只愿意懒散地伸开四肢。他的好奇心也是涉及各个领域——皮尔布斯觉得，所谓的好时光就是能研究出点什么的时候。正是这种对好时光的理解和对于奖学金不屑一顾的态度，才能在造就出物理学上最伟大的成就之一的同时也造成了最令人沮丧的喜剧。

皮尔布斯在曼尼托巴平原上的温尼伯附近出生、长大，他是家里三个孩子中最小的，同时也是惟一的男孩。小的时候，他就表现出数学的天赋，后来他报名上了曼尼托巴大学，想成为一名工程师，但他说那里的工程师显得比较乏味，那里的物理学家倒显得更有趣，他们的聚会更加有趣。所以他转向了物理学——在这个领域里他出类拔萃。他后来回忆道，那里的教学质量比得上常青藤联合会的名牌大学，虽然涉及面窄一些。比如说，在他毕业的时候还没有上过量子力学方面的课。一个在普林斯顿上过学的教授指导他到这所位于南方的大学去上研究生。那段经历使他受到了伤害。

“我在曼尼托巴是条大鱼，到了普林斯顿就变成了小鱼一条。”他说道，“在读研究生的绝大多数时间内我并不快乐，我是画在图腾柱低处的人。我不知道发生了什么，在曼尼托巴我是年度最佳学生，可到了普林斯顿我是准备得最不充分的学生。我完全被搞糊涂了。我坐在那里听的课，连介绍当中的话都不懂。”他闷闷不乐地笑了笑，脸绷得紧紧的。

“但那里的研究生院就是那样。”

就是在那些失败的日子里，他第一次枯燥又违心地接触到了宇宙学。那门课并不吸引他：实际上，那门课令他厌恶。他第一次接

触宇宙学时是在研究生院里，是为了准备博士生综合考试才去学它的。普林斯顿没有研究生限选课程的要求，更不用说要选宇宙学课了，学生们需要自己选择课程。“综合考试中有一门是广义相对论，”皮尔布斯回忆道，“通常广义相对论的问题都来自宇宙学。使我厌烦的原因是我觉得宇宙竟会像标准大爆炸理论那么简单。”

与此同时，皮尔布斯偶然碰到了鲍勃·迪克，普林斯顿物理学界另一位伟大的老人。迪克像是某种文艺复兴式全才人物。他最开始学习的是原子物理学，战争期间转向雷达研究，他所发明出的技术后来被作为原子钟和激光研究的基础。在他诸多发明中有迪克辐射计，是一种用来接收任何一种极短无线电波（微波）的敏感接收器。50年代，迪克把注意力转向了引力研究。作为一项代替广义相对论的理论，他发明了一种理论，指出引力常数会随时间变化。在这种理论中，引力随着宇宙慢慢变老，相对于其他的力会变弱。

星期五的晚上，迪克召开了一个小型的研讨会，广泛地涉及到物理学各个领域，这种会议总会提供啤酒和比萨饼。皮尔布斯的一个朋友是迪克小组的成员。“我参加了会议，被他做的所有有趣的事情吸引住了。所以，在刚刚涉足粒子物理学不久——我当时只写了一篇粒子物理学的论文——我就进入了鲍勃·迪克的轨道。”他和艾莉森成了星期五晚间会议的常客，他笑着说，他们把自己列在那些积极分子的行列之中。

皮尔布斯喜欢研究那些检验迪克观点所需要的诸多物理学领域。为了他的论文，他研究得出如何通过研究形成于几十亿年前的陨星的辐射衰变，来确定一个用于标志电磁力的强度，称为精细结构常数的数字，是否会在一个宇宙时间内发生变化。结果是这一常数不发生变化，“最重要的是——那时的物理学水平与现在的物理学水平非常接近。”他说道。

这类工作逐渐将皮布尔斯引入了天体物理学之中，并最终把实验物理作为他终生的事业所在。有一次，他把自己设计的一个复杂实验计划给迪克看。这个计划是用流程图的形式划出的。迪克连头

尾都看不出来。最后他问自己这位研究生，“你考虑到理论问题了吗？”

皮布尔斯拿到学位后，在迪克小组中做博士后研究工作。两年一期的博士后可以有自己的办公室和津贴，除了持续进行研究外，没有其他的义务。这是科学家生涯中最为重要的时期，是在年轻时代全心投入和富于热情灵感被成人的责任与困惑冲淡之前，创造人生记录的大好机会。

在讲座上，迪克总会提到膨胀宇宙的美丽与神秘，在那个决定命运的夏天的星期五夜晚，他又拾起了这个话题。但是，正如许多科学家一样，他并不喜欢奇点，这个看法意味着宇宙起源于一无所有之中。根据皮布尔斯的回忆，迪克一直对这个看法不满。“想想今天的宇宙，”迪克总会这样说，“人们可以追溯到宇宙的昨天，然后再前面的一天。但是，按照传统的大爆炸理论，当你到达时间为零的那一天，一切就都停了下来。”

迪克喜欢的解决方案是振荡宇宙理论。他提出，宇宙不是出在时间为零的那一天，无中生有地出现的，宇宙会反弹——从前一次塌陷时被挤紧的状态下弹出来。这样就解决了宇宙诞生的问题——至少解决了最近的一个轮次的问题——但又产生出一个新的问题。在天文学家看来，宇宙中的物质开始于纯粹和简单的物质形式，比如说氢元素，那些重元素是后来在星球的内部产生的。那么上一轮宇宙膨胀和塌陷时所产生的重元素都到哪去了呢？

迪克得出结论说，在大塌陷和新一轮大爆炸之间的高压时刻，宇宙一定足够地热，使所有的原子核都分解，抹去了上一次宇宙历史的所有痕迹——十亿度就可以做到这一点。根据热力学法则，温度这么高的物质，会辐射出高能伽马射线。所以，宇宙在很早的时候是一个极热的火球。

迪克怀疑从火球中辐射出的热到哪里去了。他把膨胀的宇宙比作一个四面装有镜子的盒子。盒子变大时，内部的伽马射线也不会从中跑出来。所以宇宙中现在的光子数量与宇宙年轻时应当是一样

的，但他们的波长会随着宇宙体积的变大而变长。实际上，膨胀的宇宙会随着它的膨胀而变冷，就像是气体在引擎的燃烧室里爆炸一样。迪克估计，在当今时代，宇宙的温度可能仅比绝对零度①高几度。

从原始火球剩下的热辐射的波长可能已经伸长，一直到了电磁波光谱的另外一端，可能转变为无线电波了。

但并不是每一种无线电波都可以。无线电波可能来自宇宙各处，因为宇宙本身就是无处不在的，它们的光谱——波长强度的分布图——将会典型地表现出热辐射波峰，或者完全吸收辐射的黑体情况。能量将覆盖波长的很大的范围，其强度将在某个特定波长上到达峰值，而无论大于或者小于这个波长，能量强度都会迅速减弱。所以，如果能够探测到的话，那么就会很容易确定光谱中的无线电波部分。

“这岂不是很有趣吗？”他问整个的小组说，“如果某个人正在寻找这个辐射。”他把思考如何进行这一工作的任务交给了戴夫·威尔金斯和彼得·罗尔。然后转向皮布尔斯，“你干吗不去想想它的内含的理论意义呢？”

“他的话真的对我太有启发了，”皮布尔斯挖苦地说，“因为这需要想的很多很多。”这种辐射对于宇宙大爆炸有什么作用吗？它与物质是怎样相互作用的？人们如何描述这种辐射现象？

从1964年夏天的那一时刻起，皮布尔斯和迪克以及小组的其他成员就准备好要去争取诺贝尔奖了。他们要对宇宙的最初形态进行研究，并不是一个简单的说明，就像星系速度图上所表现出的斜线或者直线，而是要研究宇宙本身在大爆炸时的情况。它的回声现在仍在宇宙这个巨大的笼子里回荡不绝。

皮布尔斯有一种恶习，这种习惯将使他付出惨痛的代价。像很

①绝对零度就是无序运动消失和所谓完全气体失去所有气压和体积的温度。根据热力学第三定律（“你永远不能离开游戏”），任何东西也不会比这个温度再低。绝对温度对应为零下459华式度或者零下273摄式度。物理学家更喜欢用较为合理的开氏温标(K)，它将绝对零度定为零基点，然后从那里上升。它的分级与摄式度相同。所以水在273K结冰，373K处沸腾。

多聪明人一样，他对留给他的作业有点懒惰，从来没有养成用功的好习惯。“我的文学课学得不好，到现在也不好。我总是需要某人为我指出某些事情，我才能认识到，这些事情有些人已经做过了。自己把问题想出来比读别人写的论文有趣得多。”

接到任务，去思考宇宙辐射的意义。皮布尔斯没有去图书馆，而是自己回家去思考了。

他最先想到的就是，如果早期的宇宙温度极高，那么它就会像一只压力锅。事实上，它就像个星球一样。“我隐约感到，当星球爆炸的时候，人们就可以预测到会有丰富的元素以某种能够被计算出来的方式来进行演变。”

星球将氢烧成为氦。所以皮布尔斯开始计算在大爆炸中宇宙会产生多少的氦。他计算出来原始宇宙中大约有25%的物质被转化为氦。皮布尔斯不知不觉地解决了宇宙学中的一个重要的谜团。氦正是霍伊尔、福勒和伯比奇夫妇所不能解释的星球核合成模式中所存在的元素之一。

“那时我对天文学一点儿也不懂。”他羞怯地说道，“天文学中存在一个氦的问题，就是氦太丰富了。在我们的太阳当中有25%的物质是氦，在很老的星球中氦也非常丰富。人们会问，这些氦是从哪来的？”

“我是个很糟糕的天文学家。我的知识结构中有很多的缺陷。有些论文非常详细地解释了宇宙中氦的分布如此丰富和均匀成为天文学难题的原因①，我真应该读读这些论文。但我没有动力去读它们。我根本不知道氦有什么用。我只是做了计算，得出氦的含量很丰富。”他笑道，“但我不知道这个结论是好是坏，我把结果与木星上氦的丰度进行了比较，因为我的第一篇天文学方面的论文是关于木星结构的，所以，我知道氦的比例。结果没有形成矛盾。所以，我天真地认为将其视为一次成功。”

①包括霍伊尔和罗杰·泰勒于1964年发表在《自然》杂志上的文章，在文章中他们得出结论，大爆炸至少要在宇宙中形成14%的氦。

皮布尔斯同时还估计目前，宇宙中充满着的大爆炸时遗留下的辐射温度约为10K；它将会在无线电声谱微波一端产生信号，并表现出与波长成反比的典型的吸收黑体能量曲线。他把这些全都写下来，在1965年初寄到了《物理评论》杂志，编辑把它又寄了回来，“他们退稿的最有力原因就是我不了解对这一学科的过去研究情况。”皮布尔斯悲叹一声，“我应该注意到乔治·加莫夫早在几年以前就和阿尔夫尔和赫尔曼在这一领域中进行研究了。我很快就被告知去看些老的论文并了解最新的成果。”

如果皮布尔斯认真完成了作业，他就会了解到他和迪克又一次发现了加莫夫关于宇宙火球的旧观点。早在40年代时，当膨胀宇宙还富有争议的时候，加莫夫和他的合作伙伴就在约翰斯·霍普金斯大学尝试研究利用原始火球中的热核合成这一理论来解释化学成分的起因问题。加莫夫的图示对于氦——宇宙中仅次于氢的最简单元素非常适用，但没能产生更重的元素。所以天文学家转而接受了霍伊尔和福勒提出的元素形成于星球内部的说法，忽略了加莫夫所有的理论。他们这样做实际是把婴儿和洗澡水一起倒掉了。

加莫夫小组还提出大爆炸的辐射的遗留物可能仍然存在。在发表于1949年《自然》杂志上的一篇论文中，他的两个门徒，拉尔夫·阿尔夫尔和罗伯特·赫尔曼计算出宇宙当今的温度应该为5K左右，没有人追随这一预测，到了60年代，它就被人遗忘了。

迪克在这方面也完全忘掉了加莫夫的研究成果。不仅如此，他还忘记了在麻省理工学院时，他已经做过宇宙本底中可能存在的辐射量进行测定的实验。他没有测到，这个实验的结果使他得出结论，即使存在辐射，温度也在20K以下。

无线电和微波技术比起迪克在麻省理工学院的日子来，已经有了很大的提高。他认识到即使仅有几K的火球辐射在今天也能探测得到，这样就使物理学家能够测量宇宙的真实温度从而对于宇宙火球进行严肃意义上的计算。在迪克的要求之下，威尔金斯和罗尔正在普林斯顿的屋顶上安装设备以便开始这项工作。

同时，皮布尔斯和迪克并不知道，假设当中的大爆炸辐射已经被探测到了。在几英里之外的新泽西州霍尔姆德尔市，两名来自贝尔实验室的天文学家在调试射电天文学专用雷达的天线时，却收到了一种微弱的全方位无线电噪声，这令二人挠头不止。实际上，多年以来，电话公司所发表的堆积如山的数据当中就显示，他们的信号中经常有异常的低调信号侵入——信号太弱，没有什么实际意义。“多年以来，贝尔实验室的人就坐在这种异常现象之上，他们顺理成章地假设是来自他们的设备当中的某种异常，但就是没办法加以解释。”皮布尔斯说道。就在皮布尔斯正在创造自己的历史的时刻，来自秘密渠道的消息说两名贝尔实验室的射电天文学家在他们的系统中发现了一些奇妙的杂音。它最终被证明是来自大爆炸的呼唤。

在偶然获得的天文学发现方面，贝尔实验室有着光辉的历史。30年代时，就是在霍尔姆德尔市，一位名叫卡尔·詹斯基的工程师制造了一个天线来探索远处线路的静电源，他发现有静电从银河系中心传出，这样才发明了射电天文学。

宇宙背景辐射的发现实际上一部分也是来自这种偶然事件，但也得归功于两位年轻天文学家阿诺·彭齐阿斯和罗伯特·威尔逊的骄傲与多事。他们两个是一对经典的伙伴：彭齐阿斯有进取心，健谈，富于想像力；威尔逊善于思考，一丝不苟。他们在60年代早期受雇调试一台特殊的喇叭形天线，这座天线是用来反射卫星“回声”的信号，从而使它能传送并接收来自新的“无线之星”通讯卫星的微波传输信号。他们所得到的报酬就是在这项工作完成后，他们可以有机会用这个天线来进行射电天文学研究。

霍尔姆德尔市的这台天线看上去像一个巨大的山笛侧面的形状。开口处有20平方英尺宽，收到微波信号后将其导入最新技术设计的接收器和放大器中，它们的中心是一颗红宝石。但当彭齐阿斯和威尔逊试图将它对准一个空中无线电发射机来调测天线效率时，问题出现了。总是存在一种持续的，无法解释的信号———种咝咝声，嗡嗡声——无论天线如何摆放，哪怕对着空空如也的天空，也

无论在何时测试，这种声音总是从接收器中传出来。

这种异常信号的温度约为绝对零度以上3度[①]。

这种信号非常微弱，但它持续不断，令人生厌。彭齐阿斯和威尔逊确信这种噪声来自仪器系统当中。他们所调到的这一波长7.35厘米（4080兆赫）：没有任何一个已知的无线电源使用，也不可能有哪个无线电源那么均匀而持久。几乎有一年的时间，他们为去除这一噪音伤透了脑筋。他们把电子原件拆开。把飞来的鸽子轰走，把落在喇叭外边的鸽子赶开，把聊钉的周围包上胶带，但毫无作用。

最后，在1965年春天，彭齐阿斯和威尔逊放弃了。虽然他们怀疑这一点，但如果这个信号是真实的，那它一定很重要——不管它是什么。但他们不想由于忽视了什么问题，使自己被别人嘲笑，所以他们决定把这一发现藏在一份长二十页的技术报告中，并放进整个调整报告当中。就在他们写报告的时候，彭齐阿斯听说了皮布尔斯的论文，这篇论文现在正作为一份待发表论文在人们手中传阅，他给迪克打了个电话要了一份。

在他读完之后，他又给迪克打了电话。你最好到这儿来看看这东西，他说道。

迪克、罗尔和威尔金斯开车来到了霍尔姆德尔市。他们没过多久就发现彭齐阿斯和威尔逊是第一流的天文学家，他们的确收到了原始大爆炸所遗留下来的辐射波长。皮布尔斯回忆说当迪克回来的时候，他非常高兴，因为他那个时代雷达研究领域里的老家伙们还记得他。

彭齐阿斯和威尔逊兴奋异常：这种讨厌的咝咝声终于有了解答。这就证明他们不是差劲的工程师。开始时，他们并没有意识到这个发现所具有的宇宙学含义。他们两个谁都没有严肃地对待宇宙学：威尔逊实际上是个稳恒态宇宙的爱好者。

而另一方面，皮布尔斯却是完全地目瞪口呆了。“我非常兴奋。”

①无线电工程师用温度来标志信号的强度，他们把一定波长的强度比做理想的黑体在同一波长带所释放出的热辐射的强度。

他回忆道，“我还有点不相信——这个理论真的有效吗？一开始完全没有把握，能够探测到大爆炸遗留下来的辐射，这个观点假设性非常强，我觉得我们每一个人——嗯，我不能代表别人的观点，但我的感觉则是如释重负，这门学问里终于有点真实的东西了。”

“这个问题真令人吃惊。一个人提出了个富于启发性的猜想，然后就起到了作用，这种事情发生的机会太小了。特别是在这样的一个远离我们已知领域的如此遥远的地方，但它真的成功了！”

在彭齐阿斯和威尔逊撰写观测报告的时候，普林斯顿小组很快地写了一篇短文，解释这一微波辐射方面的发现在理论和宇宙学方面带来的影响。这两篇文章紧挨着印在了《天体物理学书信集》上。为了谨慎起见，贝尔实验室的两位科学家还是约束自己，仅仅给出对于射电数据的描述，避免进行任何解释。“对于观测到的多余噪声温度的解释由迪克、皮布尔斯、罗尔和威尔金斯（1965）在与这篇文章一同发表的信中给出。”在他们呈报文章之前，他们还做了另外一次测试，用汽车载着一部小型无线电发生器围绕着霍尔姆德尔转来转去。

在论文发表之前，科学报道记者沃尔特·沙利文听到了这一发现的风声，于是在《纽约时报》的头版上刊登出科学家发现了创造宇宙的大爆炸的消息。当彭齐阿斯和威尔逊读到这篇报道时，他们这一发现的结果终于被人们了解了。

在科罗拉多，此时已经退休的加莫夫也读到了这篇报道。他一方面为这样一个结果感到高兴，另一方面，却又怒火中烧。无论是普林斯顿还是贝尔实验室都没有提到加莫夫小组对于大爆炸辐射的预测。他给迪克写了一封非常愤慨的信，（迪克承认他应该知道得很清楚），指出这一预测曾经发表在好几个地方。他怒气不息，觉得受到了不公正的对待，这种感觉一直难以释怀。几年以后，在一次关于微波辐射的会议上，加莫夫说道，“如果我丢了一枚硬币，恰巧别人拣了一枚，我没法证明那是我的钱。可我那个硬币就丢在他们拣硬币的地方。”

关于宇宙背景辐射的最先发现权的争议，对于一向富有君子之风传统的宇宙学界来说，是件丢脸的事情。所以，彭齐阿斯和威尔逊在1978年因为这项发现获得诺贝尔奖，而对于这一问题做出预测的人却没有一个得奖，其原因恐怕也就在于此。

皮布尔斯一直反对这种说法，说他和迪克重新阐述了加莫夫的观点。“我认为谁也没有认识到人们可以做实验来测量这个东西。”他争辩道，“实际上我就这个问题问过加莫夫：有没有人认识到这种实验的可能性呢？他明确的回答说没有。所以非常清楚，他们以前没想过这种东西现在能够探测得到。”

斯蒂芬·温伯格是哈佛的粒子物理学家，他写了一本关于宇宙学的畅销书，书名为《最初三分种》，书中采取了一些更为富于哲学性的观点，来分析天文学家因听从了加莫夫最初的预测导致的失败。毕竟，这一预测中的某些部分令人生疑——它尝试着把所有元素的产生都归结为大爆炸的结果。“物理学上的事情总是如此，”他总结道，“我们犯错误不是因为我们对待自己的理论过于认真，而是对自己的理论不够认真。人们总是很难认识到，我们在案头摆弄的这些数字和公式与现实世界是有着某些联系的。……1965年对于三级辐射本底的最终发现，它的最重要意义就是迫使我们认真对待这一观点，即确实存在着早期的宇宙。”

稳恒态理论一夜之间就消失无踪了。但人们没有对早期宇宙的这一观点趋之若鹜——更多的人则庄严地迈向这一理论。虽然彭齐阿斯和威尔逊的发现极富启发性，但毕竟只有在电磁波频谱的糊模而困难的微波波段上所测出的一个波长而已。按照假设，宇宙背景辐射应当覆盖着频谱。只有在很多不同波长上测量到它，天文学家才得保证它的强度分布与经典黑体的波峰相符。要了解或者展示宇宙辐射具有原始火球的黑体频谱，或者它真的覆盖整个宇宙，物理学家还有一大段路要走。

1965年夏天，威尔金斯和罗尔装好了他们的迪克辐射计，能够在第二个波段探测背景辐射了，结果这一辐射表现出大致相同的温

度。测量微波本底变成了一项落后的工作，成为了射电天文学的一个分支学科。观测结果不断增加，频谱分布的长波端的位置逐渐被一一填满，频谱分布表现出随着波长的变短，辐射强度变大，与黑体的情况相同。这一结果鼓舞了皮布尔斯。波峰的实际高点和另一端更短的波长难以探测和测量，原因是它们落在了光谱的难以测量的远红外端或者波长低于毫米端。很多的仪器技术都分成了类，不得不在大气层以上，使用探空火箭或者气球来进行。不管怎样，黑体的典型曲线最终还是出现了，表明宇宙今天的温度为绝对零度以上2.7度。

就在一些天文学家集中精力确定宇宙本底的频谱特征时，另一些天文学家在研究它在空间上的特征，寻找它在宇宙不同位置之间的区别。如果这种微波辐射的确是原始火球的遗留物，那么它在宇宙中分布的情况就能展示出物质和能量在宇宙最早的时刻是如何排列的。天文学家徒劳无益地寻找着曲线中任何偏离正常的情况以及每一点能揭示早期火球结构的暗示，但微波本底却表现出令人惊异的均匀一致和柔和。从一个极点到另一个极点，东西南北，宇宙本底2.7的温度值几乎没有一点儿变化，既没有冷点，也没有热点，没有任何一点幽灵般的迹象能显示出150亿年后大团大串的星系会装点着天空。

最后，在1977年，来自伯克利的天文学小组，用一架放置在U-2侦察机上的辐射计，测出了微波本底上的一点微小变化。但这种变化非常平滑和规则，发现它进一步加强了宇宙辐射的难以想像的柔和性。他们发现朝向狮子座南端方向的这部分天空要热三千分之一度，而相反方向相对要冷一些。他们指出，这种结构正是多普勒效应所造成的效果——造成红移现象的也是这一效应——如果地球和银河系，甚至假设整个本星系群都在这种完全均匀的辐射中漂移的话。那么微波在我们朝向的方向会稍微热一些，在我们离开的方向会冷一些。

所有这一切发现一定程度上压制住了皮布尔斯对于宇宙学的怀

疑，但用了很长时间才做到这一点。“直到威尔逊-彭齐阿斯发现产生10年以后，我对这个观点的感觉才变得好了一点儿。”皮布尔斯承认道。“你知道，在很长的一段时间内火箭测量产生出大量真正的异常情况。那些测量成果都是很好的，测量的人员也很棒，所以非常有理由说，他们想要向我们证明的就是这个观点是错误的。如果有一天我真的相信，那东西就是大爆炸所遗留下来的，那时我想我就不会再指手划脚了。这是一种我们绝大多数人都要经历的观念上的逐渐演化，开始是一种希望，希望它是正确的，然后过渡到谨慎的乐观，最后是较为坚定的相信这就是一种必然的真实性。我现在就处在最后一个阶段，我想绝大多数人也是如此。”

皮布尔斯从某种意义上成为了古生物学者，他用微波辐射计来探索假设中的早期宇宙。这项微波方面的发现之所以令他兴奋，是因为通过了解宇宙现在的温度，他可以计算出宇宙过去任何时间的温度，甚至包括宇宙刚形成一分钟或者一秒钟时的温度，那个时候质子与中子被聚合在一起形成氦。辐射（以及整个宇宙）就会表现得象汽缸里的气体一样，受到挤压时就会变热。

他认识到自己手中还有另一种研究古生物学的工具，就是轻元素的丰度。球状星团中的星球的氦元素百分比，就是一种遗迹，标志着宇宙最初几秒钟的变化过程。现在他可以倒推过去的温度了，他可以回到过去，来计算宇宙的其他属性，不断改变数字，直到能够产生今天氦元素正确的丰度为止。温度、密度和气压——这些都是物理学家需要处理的数值量。在发现微波本底之前，宇宙学就是天文学，但后来到了1965年秋天时，它转而变成了物理学。皮布尔斯重新改写并扩展了他那份被退回的关于宇宙辐射和氦元素产生的论文。

“我猜想，那个时候我已经意识到了氦元素的问题，”他提高声音解释说，“但我必须要说，进行这些计算的主要动力不是用氦来解决一个天体物理学问题，而是利用氦的产生过程当作宇宙学的探测器。因为人们会认识到，如果你调整了宇宙学理论，也就调整了

对于大爆炸产生物质进行的预测，也许这种改变将会很大。这对我来说才更加激动人心。”

皮布尔斯发现一个潜在的最为敏感的“探测器”是氘，一种氢元素的重同位素，在地球上用于制造核武器。正常的氢原子包含一个围绕着质子旋转的电子；而氘的原子核里有一个质子和一个中子。氘是形成氦原子核的中转站，氦原子核中包含着两个质子和两个中子。早期的宇宙密度越大，在形成氦的过程中消耗的氘就越多，能从大爆炸热核熔炉中幸存下来的纯粹的氘就越少。皮布尔斯看到，物质密度的微小变化，就可以导致宇宙中最终的氘元素的丰度的巨大变化。但问题在于，没人知道宇宙中氘元素丰度过去是多少，或者在接下来的时间内在星球中燃烧或者产生了多少。

随着工作的进行，皮布尔斯开创了一种将成为新科学的研究风格：把宇宙倒退到越来越早的时期，得到越来越高的温度，然后应用任何一种在这种能量和密度情况下还用得上的物理学定律——如果还有的话——计算出结果，用于今天观测得到的宇宙中。

在把研究对象指向了原始火球后，皮布尔斯并没有进入这一领域。“我写了两份论文后就转向了其他事情。我觉得这个决定是正确的。由于我不是个天文学家，我不喜欢去研究那些所有的细节问题，像如何估计星球中氦的丰度，如何修正超新星产生的氦，如何在理论与观测值之间进行详细比较。我觉得这种工作最好留给别人去做。”

对于核子合成进行详细计算以及把结果同现实进行对比，这项工作被交到了加利福尼亚州，最后在加州理工学院由福勒、霍伊尔、罗伯特·瓦戈纳还有一连串无穷无尽的博士后们加以完成，这些博士后都是由福勒安排的，人数之多如同一个大的星系一般。几年之内，最新的太空船技术投入使用，使人们能做出更为精确的测量，在这一技术的帮助和支持下，他们发现，当他们为了修正氦元素正确数量，而调整大爆炸的温度、压力和密度参数时，也预测出了氘和锂的丰度——虽然氦的含量是宇宙的25%，而锂低于十亿分之一。

大爆炸理论明显生效了。

皮布尔斯远远地等在一边，对此颇为骄傲。“这件事情看起来的确像是个巨大的成功。人们能计算宇宙形成一秒钟时发生的事情——真的太伟大了！反过来说，如果有人在我上研究生时告诉我这些，我一定会笑起来的。宇宙太复杂了。但有的时候，宇宙又简单得让人吃惊，像是一个氢原子一样——想犯错误都很难。”他笑起来。

在他自己的研究中，皮布尔斯选择了另一个方向，他开始研究一些复杂的事情了。他在探寻星系的起源，宇宙是如何由一个平滑柔和的原始火球集结成明亮的星系和星球的。他安静而按部就班地逐步提升，在1972年成为了正教授，他获得了一个仅次于迪克的大办公室。他永远没必要离开普林斯顿。他和艾莉森又生了一个女儿。他开始讲授第一门课程，他将其称为“宇宙物理学”，以便使其有别于桑德奇式的对于哈勃常数和弯曲空间的研究。他一直受到邀请去参加研讨会和各种会议，但他一直对这类聚会的意义怀有某种有益的疑虑。“如果我们见面的频率减少一半，我们就不会落后得那么多了。”他在一次研讨会上说道。这个研讨会他之所以记得，主要是由于会议的主办机构雇了一个新厨师。

他喜欢这种小型的集会，在那里他能够为难那些讲话的人，这类的会议组织得最好的还是阿斯彭物理学中心，一个小型的私人研究中心，它刚开始时是理论物理学家夏天休养的地方。创建人中的一个原来是一位核物理学家，他拥有伍迪小溪地区的大部分土地——就在阿斯彭地区下面不远。用一位常到这里的人的话说，靠着国家科学基金提供的“微薄资金”，这一物理学中心成为阿斯彭市文化王冠上的另一枚闪亮的宝石。夏天时，物理学家们到这里呆上很长时间，在阳光下，他们围坐在野餐桌旁聊天并撰写论文。冬天时，他们到这里来滑雪。坡前坡后都是开阔地，他们穿着滑雪服聚在那里谈论物理学。在登山缆车和温暖的小屋里，这样的谈话终日不断。

滑雪是宇宙学家的运动。皮布尔斯比人们能想像出的任何一个长着长腿的人滑得都好。他在布满突起的山坡上部滑下，一路留下深深的橇痕，他的速度非常有欺骗性，身体弯成一个暗红色的问号形状。刚开始启动时速度很慢，但突然间一下就冲到离山坡底部只有一半的地方去了。我滑雪滑了12年，但还得努力才能跟上他。山坡底部稍稍变得平整，一直伸出去，通向起伏的山谷，他到了那里，大喊一声，“是苏西·查普斯蒂克表演的时间了。”然后就蜷起身来，在余下的路上高速滑着，向家里冲去。

8

星系制造者

宇宙中为什么会有星系？这是个古老的问题，几乎老得和哈勃本人一样，他曾经希望自己的音叉式星系种类图能够提供一些星系演变和起源的线索。不管怎么说，简洁优雅的大爆炸和那平滑却又毫无分别的大火球，还是凝结成了现今宇宙中大团珍宝般的星系和闪闪发光的星球。但这一过程开始于何时，又是怎样开始的呢？比方说，是怎样的物理学法则造就了如此整齐划一的巨大椭圆星系，以至于桑德奇敢于用它们去探索遥远的距离？宇宙中物质的组成背后是否存在某种理念或者结构？或者它们就是完全随机的混沌一片？

早在1964年，迪克让皮布尔斯回去思考宇宙辐射问题的时候，他的脑子里面就产生了两组想法。第一组就是，早期的宇宙就像一个爆炸的星球，变形产生了各种元素：这种想法引发了大爆炸核子合成科学的兴旺发展。年轻一代的天体物理家研究复杂的核子合成过程以及各种分布在星球间的尘埃微粒和星球气体中的微量元素，通过这些来探索大爆炸理论。而皮布尔斯则将他的精力集中在第二组想法之上。结果他由微观转向宏观，开始探索星系的形成。

当时有两个人物都在寻找这些问题的答案，他们一个在东，一个在西，形成了两种完全相反的世界观。皮布尔斯就是这两个人之一。几年之内，两个人都会发现，他们都在通过研究宇宙中最大和最明显的一个方面——用旋转星系本身来检验大爆炸理论。同时这也是阿斯彭登山缆车上最为盛行的一个话题。

这个引起宇宙物理学家最大思考的问题来源于一个简单的想

法。实际上就如同加莫夫所想到的一样，皮布尔斯也想到了宇宙早期的温度过高，因而无法开始形成星系。火球的辐射将会释放出巨大的压力，把物质像熔炉中的灰尘一样吹散。任何一种想要结合在一起的团块都会被吹散。

“我认识到这是个非常重要的结果，因为它为什么时候能形成星系订出了一个限度。”皮布尔斯懒洋洋地回忆道。他穿着牛仔裤，两条长腿弯成弧形，从斜靠背椅子上伸出去，搭在写字台上，并从写字台的前边垂下来，脚下穿着一双看上去很舒服的旅游靴，脚离我的脸不过一英尺远。他所得出的结论是，只有宇宙膨胀到并冷却到某个时刻，引力聚集物质的力量超过辐射压力吹散它们的时候，原始的团块状物体才能够形成。那个时刻是可以计算出来的，这样就最终给了星系理论家一些可以开始研究的东西。如果现在没有人能说明星系在什么时候，怎样形成的话，皮布尔斯至少能说出在哪个时刻它们还没有形成。这就是一种进步，而且这种进步吊起了他的对于这一题目的胃口。

皮布尔斯开始着手研究星系是如何从这地狱般的环境中形成的。苏联理论家E·M·利夫谢茨和I·M·卡拉特尼科夫几年以前曾经表明，如果早期宇宙的物质分布中存在团块，它将会增长。引力作用会对膨胀时空中所产生的原始密度褶皱积极地加以放大。随着宇宙膨胀和辐射冷却，原始的气体或者粒子云团会逐渐变大，最后在自身的重量作用下凝结，开始成为星球或者星系。如果这一情况是真实的，那么今天宇宙巨大的星系云团实际上是来自原始火球中细小的微粒。研究星系的组成可以揭示出宇宙的起源。

反过来说，在引力放大作用之下组成今天宇宙的组合和大规模结构，它们的形成取决于开始时存在怎样的团块和褶皱。原始的宇宙是否更偏重于小的团块而非大的团块？还是存在各种大小的团块，并且团块中套着团块？皮布尔斯提出宇宙更加青睐小团块。如果团块像是池塘里的水浪一样，那么波长最短的浪的浪峰会更高一些，而且它们会增长得最快。在他的图解当中，最小的物体将会最

先塌陷，并且发光。然后更大的聚合物将会成等级地发生塌陷结团现象。1966年，他利用微波本底数据，计算出在宇宙膨胀和冷却的共同作用下，将会选择质量为一百个太阳的云团产生塌陷，并形成可以识别的天文物体。

按照皮布尔斯的回忆，有一天迪克走进来对他说，“嘿，等一会儿，你这个无知的物理学家。难道你不知道你计算出来的那些物体的质量和密度与球状星云异常接近吗？”皮布尔斯不知道，但这个消息真的令人兴奋。球状星云是非常古老而易于辨认的物体。它们的起源和在星系中的作用一直是个谜，现在皮布尔斯发现，它们可能是造就星系的砖石。

迪克和他开始赶写一篇论文，但是，就像皮布尔斯说的那样，“这是我做事的典型方式，我总是匆忙地写上一篇论文的早期版本，然后它一次次被退回来，因为我漏掉了一些有益的物理学观点。”

当他再一次被赶到图书馆后，皮布尔斯重写了这篇论文，可是他的麻烦还是没有结束。《天体物理杂志》编辑昌德拉塞卡找不到一个既看得懂这篇论文又相信它的审稿人，所以，最后只好亲自动手，却发现他们在论文里加进了一些幽默的话，于是让他们把这些话去掉。

“我们说这东西（原始气团）的一生是污秽的、粗野的、短暂的。”皮布尔斯解释道，他所用到的是英国哲学家托马斯·霍布斯在描述政府机构出现前人的生活时所用的名句。“可他不喜欢这些话。这些话并没有多少玩笑的意思，而是个重要的观点。我们需要解释如果最早形成的物体是星云的话，为什么绝大多数宇宙中的物体没有在球状星团中聚集在一起。我们需要论证气团云雾在自身形成星团之前，因碰撞而受到干扰的几率很大。这就是我们说云雾的一生是污秽的、粗野的、短暂的这话的原因所在。”他狡猾地总结道，“这篇论文并没有在天文学界引起多大的兴奋。”

皮布尔斯继续阐述和推广他称之为等级式或者“自下而上”式的星系形成理论。星系会自行由小的星球云团发展而来，然后会聚

集在一起，形成小的星团，这些星团会形成更大的星群。时间越长，这种宇宙中的大规模结构就会变得越大。

这个理论听起来不错，但是不是真的呢？自然是不是按这个理论行事呢？有没有什么办法来证明它呢？

就在这个时刻，皮布尔斯的事业受到了一个偶然事件的影响。1969年，他在加州理工学院呆了一年，在他回来的路上，他安排到位于新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯国家实验室住上一个月，这里是原子弹的故乡。他到这里的部分原因是拜访当地的天文学家，主要的原因还是为了在跨越乡村的开车过程中歇歇脚。"当然，洛斯阿拉莫斯有巨大的计算机，"他解释说，"他那里的技术总是最先进的。由于我只在那里呆一个月，手边都是这样的计算机，那么惟一可行并且有好处的计划看起来就是运用计算机进行一些模拟工作。"

"我想那台计算机是一台CDC6600型机。"皮布尔斯轻快地说，他皱皱眉头，怪自己记性不好，"我没多留意它到底是什么，我就知道它比我见过的任何计算机功能都强，它比我能在大学的计算中心中得到的计算机大好多倍。那时候大学的计算中心里已经有了大型计算机，可是得用研究经费来购买使用时间，所以，不能用它做什么大的工作。而在洛斯阿拉莫斯我可以让它整夜工作。"

"所以我就这么做了。那个月的日子我回忆起来仍然很快乐。艾莉森觉得有点厌倦，因为洛斯阿拉莫斯的确是个与世隔绝、生活节奏缓慢的社区。可当我不工作的时候，我们一起去旅行，新墨西哥州是个奇妙的州。"

他所设计出来的习作是一个称为N体的模拟程序，它将会在宇宙学研究上起到突出的作用。这个程序的目的是为了模仿引力在膨胀宇宙中对于其内部物体排列的影响。皮布尔斯开始在围绕着一个想像中代表部分宇宙的盒子上面标出2 000个点进行计算：每一个点，代表某一个星系。了解了每一个点的位置和速度，计算机将会算出作用于每一个点上来自其他各个点的引力，使这些粒子在这些力的作用下向下漂去，在电脑上相当于几百万年的时间，最后找出这些

点最终的位置并显示结果。然后根据最的分布重新进行计算，再继续下去。到最后，皮布尔斯就可以得到一个星系中质点四处移动，慢慢凝结的某种电影般的图像。如果运气好的话，这些点的分布看起来就会有点像宇宙中的星系图一样。

实际上就是如此。结果图中表现出那些点逐渐聚集成为一个平滑的圆形云团。"这样就导致了一个非常好的模型，看起来就像是后发座星团的星系演化情况。"皮布尔斯说道，"它现在仍然是个非常好的模型——可能非常接近现实。"

回到普林斯顿，皮布尔斯和他的研究生艾德·格罗斯继续进行他的模拟宇宙膨胀的实验，格罗斯大大地改进了皮布尔斯原来程序中粗糙的运算法则。但仅仅看看图并把它们与星系图作比较就令皮布尔斯物理学家的心灵大为烦恼，他需要更多的数据。他开始猜测，是否有某种量化的方法把他模拟程序中的星系分布与宇宙中的星系加以比较。

另一次旅游中的大胆尝试刺激了他。一次，他到多伦多大学就微波背景辐射作讲座时，和西德尼·范登堡这位加拿大的桑德奇式人物进行了一次讨论。讨论的内容是星系在宇宙中的分布是否真是均匀的——就像哈勃宣称和桑德所相信的那样。一个名叫乔治·阿贝尔加州理工学院的研究生（他后来成了加利福尼亚大学洛杉矶分校的教授，并写了一本著名的教科书），他用了几年时间为帕洛马尔山宇宙勘测冲洗星团的巨大玻璃底片。范登堡的办公室里有一张这种所谓的阿贝尔星团分布图，星团看上去成团结和链状集结在一起。

"看，即便在这种深度，它们还是一堆一堆的。"范登堡指着图说道。

皮布尔斯答道，"你怎么知道这种分布不是这些点的随机分布呢？这些团块是真的存在还是拍摄错误呢？"

"我说不准，"范登堡答道，"在我看来它们像是真的。你为什么不查查看呢？"

“我想我会查的。”皮布尔斯答道，“这听起来像个有趣的计划。”

在回家的飞机上，他想起了一种方法，可以把统计数字应用在星系和星团的分布研究上，他开始把它计算出来。“我记得，”皮布尔斯笑着说，“飞机上坐在我旁边的是一位女士，在整个飞行过程中她一句话也没对我说，我精力集中，一直在写写画画，把这个想法算出来。但到了飞行结束的时候，她靠过来小声对我说，‘年轻人，你的作业都做完了，对吗？’”

那天他发明出来的技术被称为对射函数，它成为宇宙学研究中最为强有力的工具之一。对射函数是对星系相关性的一种测量方式。观念非常简单，但计算量巨大：在宇宙中找一个星系，在它周围划个圈，然后研究在这个圈里找到其他星系的几率是多少，然后再画一个大一点儿的圈，在这个两圈之间的环面里找到星系的几率是多少。所以，对射函数给出的就是在离第一个星系任意规定距离中寻找到星系的概率值。皮布尔斯认识到，计算机可能容易地在模拟程序和宇宙分布图上做划圈的工作并对结果进行计数，产生把现实与假设对比时所需要的数据。

此外，他高兴地想到，星团形成于原始火球这一模板之上，而对射函数则是人们了解火球中最初的褶皱形成背后的物理现象的起点。

“能够判断出密度涨落的最初特征对我来说是件奇妙的事情，”皮布尔斯说道，“当然，同时我也看到了一种有趣的挑战——所有的星系目录表到处都是，但人们却没对它们做出什么研究，因为在高性能计算机发明之前，人们确实干不了什么。那个时候的计算机还不是很新，但对我来说已经够新了，我到来以前，没有任何人发现计算机是一座尚未开采的金矿。”

他开始四处收集合适的星系样本，开起了他计算机化的小作坊。但合适的样本难以遇到。为了使统计数字准确可靠，皮布尔斯需要了解宇宙中上万个星系的位置。收集这种大的列表是宇宙学研究中永恒的问题。那时，桑德奇仅仅研究了几百个星系的红移。通过某

种方式——皮布尔斯记不得是什么样的方式了——他听说加利福尼亚北部的利克天文台有一份不同一般的资料。1947年到1954年之间，天文台的台长唐纳德·沙恩和一个叫卡尔·沃塔内恩的学生通过天文台的天体照相仪把整个北部天空一系列1 256张图像拍到了17平方英寸的玻璃底片上。然后，将天空细分为十分弧度宽为单位的单元（满月直径的三分之一），他们计数出了每个单元中亮度为十九星等的可见星系的数量。他们计数出了一百多万个星系。从星系的星等情况来看，沙恩和沃塔内恩估计，最远的星系距离为十亿光年。

迪克认识沙恩，皮布尔斯通过他了解到沙恩还保留着原始的表格，皮布尔斯去拜访了他。“他是个非常友好的人，他请我到圣克鲁斯去，让我住在他夏天度假的小屋里，小屋坐落在镇子外边，门外就是红树林。那真是一次热情的招待。”皮布尔斯带回了一份数据的微缩胶片。

“沙恩的工作给我留下了深刻的印象，他的工作和数据统计都是在一个没有复杂计算机设备的时代进行的。他们没有理由认为会有人认真对待这些数据。工作完成的时候，我想是不是有一台电脑的内存能盛下这个目录。我对此表示怀疑。但他们还是非常努力而认真地利用数据控制方法完成了这项工作，我们只有到了计算机得以应用后才能真正处理这些数据。”

皮布尔斯雇佣了几个录入员来将这些数据输入到卡片上，他得到了一大堆打了孔的卡片，多得他都拿不动。一群研究生和博士后们担负起了检查数据准确性，编制和简化数据的枯燥工作。“只要我能躲得开，我就让我的学生、朋友和同事来做计算工作。”他解释道，“我想这就是我性格中没有耐心的一面。我不喜欢坐在那里，盯着终端机之类的东西。”

直到1975年，努力才有了回报。皮布尔斯和他的工作小组终于可能对对射函数进行计算了。从一个小的角度来说，对射函数不过是对星系聚集的距离的或者角度大小进行测量的方法。而利克天文台的数据显示——极端地说——星系会在任何尺度上聚集。找到一

个星系的最好的位置就是紧贴着另一个星系，次好的位置就是离它稍微远一点儿，如此等等。这种可能性随着距离的增长而均匀下降，到距离5 000万光年的处，这一函数突然垂直到底。

这意味着什么？在较小尺度上——小于星系云团的尺度，自然的构成极为严格，就像一套中国盒子。人们看到的任何一团星系都是由更小团块的星系组成，在小团块中还有小团块。整个宇宙的照片或者分布图在任何尺度上看都是相同的——直到某个点为止。

这个点就是照片的尺度超过5 000万光年的时候，在这一距离上对射函数突然间好像中断了。被在这个距离分隔开的星系之间表面看来在物理学上毫无关系，“当然这是有趣的。”皮布尔斯低声说道，“因为如果有了这么一个有特点的距离，就可以有地方着手进行研究了。这里一定存在一定的物理学原因。”

皮布尔斯认为这种中断代表了引力持续排列宇宙中原始物体的作用到此出现了冲突。他关于宇宙结构的想法使我想起了激进派分子对社会和政治改革提出的方案：个人组织家庭，家庭组成社区，社区构成城市，城市形成国家，如此等等。这一过程需要几代人的时间。人们可以通过这一过程进展到什么程度来计算时间。在皮布尔斯星团由下至上的理论中，物质的最初分布取决于大爆炸中细小的随机非均质点的分布，随着时间的流逝，宇宙膨胀，使气态云团逐步沉淀到宇宙中密度较大的部分，于是形成了星系，星系又形成了星系群。星系群再进一步形成更大的群体，这一等级结构随着时间流逝不断向外扩大。对射函数的中断标志着这种结团性或者宇宙的组成过程演进到了什么程度。所有距离小于5 000万光年的物质都已被重新排列过了。所有距离大于5 000万光年的物质仍然在遵循着最初的原始错误线路。

所以皮布尔斯很可能实现了梦想，通过研究宇宙的大规模结构，接触到了物理学的原始状态。理解这种物理学状态并证实自己对于对射函数富于直觉性的解释被证明是一种令人心碎而富于背叛性的工作，但同时，这一突破可以作为计算机模拟程序的价值的一个非

常合适的佐证。统计宇宙学变成了一个响亮的词汇，它成为大学各系发展很快的一个系，并成了文学创作的题目。对射函数非常客观，而且易于使用。

“对射函数非常方便——而且可以信赖。”皮布尔斯解释道，“这也就是人们为什么一直容易用到对射函数的原因。但它仅仅是一种粗糙的统计方式：它并不能就星系的分布问题揭示很多东西。比方说，它不能告诉人们星系是呈片状，气泡状，还是呈链状分布。人可以在利克分布图上看到线条，但人们看不到噪声中的线条，人的眼睛就是一种良好的决定模式的装置。”

“尽管这种对射函数有局限性，但它也有一些好处——我认为最大的好处就是：你能用它确定谁是傻瓜。”

对射函数被编入了术语词典，但利克计划为大众文化所接受却是由于它另外的一部分原因造成的。皮布尔斯和他的同事们把利克星系计数表变成了一张可视图表，根据每一个十分度格子里星系的多少，排列成由白色到各种不同的灰色直到黑色的顺序。这一图表印在一张海报上，题名为“一百万个星系”。由斯图尔特·布兰德出版，他因编著《全球目录》而闻名，这张海报广泛地贴在图书馆、宿舍屋内和各种反文化主义者的书房里。

看着这张图会令人想到宇宙中尚未命名的丰富性，枯燥的统计数字不能也不愿显示出这一特点的。毫无疑问，整个宇宙图表不会是均匀的灰色。会有大块的黑色与白色，各种漩涡及链状结构，穿过苍穹，如同汹涌翻腾的烟云。有经验的人能看出后发座星团；室女座星团，与前者在宇宙的同一个方向上，但它铺展得太开所以不会给人留下印象。那么其他的星系呢——那些在风中摆动的条索和薄片？它们到底是真的，还是眼睛和我们开的玩笑，我们用眼睛同样能看到火星上的运河？这种原始的结构是造物主留下的纹理吗？

任何一种原始的东西留下的线索都会令天文学家热血沸腾，但皮布尔斯本人那种简洁而冷静的风格，却使他与那些刺激其他宇宙学家的白热状态保持着距离。他的论文总是有些轻率，他的讲座中

带着一种给与他对立的理论家的打分的口吻，仿佛他是一个学校优秀教师一般。“上帝没打算让我做个宇宙学家。”有一次在阿斯彭一起坐缆车上山时他对我说，“我仅仅把自己看作一个物理学家，和那些研究声学的人没什么区别。”

我问他对于宇宙的命运是否有什么偏见或者偏好，这个关键问题曾经让绝大多数宇宙学家在答案时出过汗。宇宙到底是开放的，注定要永远扩张下去，还是封闭的，最终会塌陷并挤在一起？

“我觉得这个问题很无聊，”他说道，“如果有人递给我一小块陶土写字板，上面写着答案和数字，我会觉得非常失望，会把它扔掉的，因为伟大的发现不是一个最终的数字，而是能被人学会并用来求得这个数字的方法。知道答案能给我们带来什么好处呢？那个q0或者无论其他什么东西，这些孤立的数字对我没多大意义。它们仅仅是数字而已，而不是蜡丸，打开以后能找到什么数字。实际上，就像你看到的那样，我研究这一学科时，就是以一个怀疑者的身份进入这一领域的，我坚信宇宙肯定不那么简单。我当然没梦想过能发现什么q0的值。那在我脑海中是遥不可及的事情。这里面的一个大问题就是，这样的宇宙学是否接近真理？”

“我猜我现在仍怀有这个问题。我们在这个学科里已经走过了一段很长的路程，现在我相信，大爆炸理论接近于真理。人类的思想能够跨越如此巨大的时空来描述宇宙的演化，这是一个奇迹。最终，我们能够了解宇宙到底是开放的还是封闭的。而且我猜测那时我们还可以比较清楚地知道宇宙为何如此。”他笑起来，双腿交叉着，“但我当然没有什么个人偏好。无论是开放还是封闭——偏好哪一个都太可怕了。”

皮布尔斯可以称为“物理宇宙学之父”，但世界另一端的莫斯科市，位于一座破旧的兵营般的木结构建筑中的物理学问题研究所里，还有另外一个人在和他争夺这一头衔。

雅科夫·鲍里斯·泽利多维奇与皮布尔斯是完全不同的两种人。皮布尔斯身材瘦长，话锋讥诮；泽利多维奇身材矮小，性如烈

火。他从没上过大学。皮布尔斯善于分析，泽利多维奇长于直感。皮布尔斯经常被人批评为对学生冷淡，从来不帮学生找工作；泽利多维奇则像教父一样控制并指导着学生的事业。皮布尔斯得出结论，宇宙是自下而上形成的，而泽利多维奇则说宇宙是自上而下形成的。

我第一次见到泽利多维奇是在1986年3月的一个早晨，在莫斯科施特恩贝格国立大学一座古老的铺着木板的报告厅里，他每个月有两个星期一在那里主持召开一次富有盛名的研讨会。那天，卡尔·萨根因为哈雷彗星的事情到莫斯科来，他应邀到此就核子冬天进行讲座。大约有120名科学家和院士挤满了报告厅。他们都穿着套装，泽利多维奇除外。他肌肉发达，秃顶，身材的形状像个消防栓，他穿着一件灰色的毛线衣，上面绣着红色锯齿图形。那时候，泽利多维奇已经72岁了，刚刚结了第三次婚。他四处乱走，强壮而又快活，看上去比实际年龄要年轻上30岁。他热情洋溢地向萨根问好，怪他没携夫人一同来。我上去想要自我介绍时，他用他蓝灰色的眼睛，冷冷地上下打量着我。

萨根讲了3个小时——在前苏联，研讨会是件严肃的事情——在绝大多数时间里，泽利多维奇好像没怎么注意听。他坐在前排，像个杂技团团主一样，小声和同事低语着，不时传传条子，用大拇指翻翻我给他的一叠杂志文章，有的时候还大声用俄语说上几句。我觉得他为人粗鲁，但后来才知道他是在和萨根的翻译进行争论。最后，在上午过了一半的时候，他一挥手把翻译赶下台去，自己干起了翻译的工作。

会议结束后他给了我一张名片——一面是俄文，另一面是英文——名片上写着他是苏联科学院物理学问题研究所理论物理系主任，同时还是美国科学院和英国皇家学会的会员，还是社会主义劳动英雄。他信手把电话号码写在上面，让我转天上午6点给他打电话。我后来才知道，泽利多维奇出名的习惯就是喜欢让人带着问题找答案。在清晨拜访他，但我给他打电话时，他却记不得了。他用俄语接电话，记不起我的名字了，“你是谁?你是谁？”他一声接一

声地问道。我克制着心头的恐慌，生怕失去刚刚与这个人形成的联系，毕竟，桑德奇把这个人称为“我们这一行里的爱因斯坦”。我慢慢解释道，我们在萨根的讲座上见过。他停了一下。

“就是这个萨根吗？”

最后他终于提高了嗓音，“啊，你是那个记者。”

我喜欢那种声调。4个小时以后，我按照他的指点和名片英文一面上的地址，找到了尤里·加加林纪念碑的阴影下面——雕塑上这个世界第一位宇航员站在一根直冲云天的柱子上，地球像一个足球一样停在他的脚边。我不知道到那儿之后该怎么走，于是就从繁忙的列宁斯基大街上川流不息的车流中穿过，在那里，我被一个警察抓住了，理由是乱穿马路，他哇啦哇啦地说着俄语，完全不顾我抗议说根本听不懂。我给他看我的护照，他拿了护照还是继续严肃地说着。

最后我把泽利多维奇的两种语言的名片递给他看。他睁大了眼睛，然后微笑了起来。他把护照还给我，然后把街那头一堆低矮的白色建筑指给我看。

泽利多维奇在一楼楼梯后面的一间又小又暗的办公室里等着我。他还是穿着前一天那件锯齿图案的毛线衣。他的办公室没有窗户，只有一盏灯和一张生了虫子的长沙发。墙上的镜框里挂着一张照片，照得是他本人开怀大笑的样子，穿着一件T恤衫，上面印着一列传奇式的数字“2.7,2.7,2.7,2.7,2.7……”，那是宇宙微波辐射温度值。他是个急脾气，我还没坐定，他就举起食指，指向天空，开始给我上一节物理课。

“我认为对于周围世界进行理解，这种需要是人类思想中非常深刻的东西。”他宣称道，“这恐怕是动物与人之间最明显的区别了。”

“乍看起来存在巨大的困难，人们看到不同的动物，不同的天空和星球。看到非常不相同的东西。这自然会引出两个问题。一是现在的情况如何，二是这种情况从何而来。”

“现在，微观物理学可能使我们理解物体，啊……所有不同的

形状。我们理解我们看到的不同形状就是元素的不同结构，用几块，嗯……不同的石头，人们就可以搭出非常不同的结构。所以，人们一开始就形成观点，所有的东西就是由一百种化学元素构成的，当人们看得更深一些，就会发现元素本身就是原子。进一步深入就会发现，原子由原子核与电子构成。而原子核又由质子和中子构成。当人们进一步深入，就会发现，即使质子和中子也不是最基本的，它们由夸克构成。”

不管泽利多维奇本人是由什么构成的，那种物质一定是非常结实的。他的一生就是精明和勇气的最佳证据。他1914年生于明斯克。“我上学时一直是班里最矮的，”他说道。他受正式教育的结束的原因，一是因为大战后的俄国内部争端关闭了所有学校，二是因为他本人是个犹太人。他记得在家中呆了几年，由私人教师带他学习。他回忆道，到十岁或者十二岁的时候，他已经“进入科学当中了”。他和父亲谈论自己应该做什么。他们两人一致认为，数学是专门为天才准备的学科，而物理学科已经没有什么再值得去发现的了（物理学总会定期经历这种时刻——那些研究人员认为物理学已经“终结”了）。

雅科夫·鲍里斯于是决定学习化学。由于进不了高中或者大学，他在一家名字古怪，称为有用矿石加工研究所中找到了一份实验室助理的工作，17岁时他被派到位于列宁格勒的物理技术研究所去办点小事，他用一段听来的关于硝化甘油的讨论骗过那里的化学家。他们把他请了回来。接着就是一点小的骗局和预算方面的调整。结果是他被以一台真空泵的价格交换到了列宁格勒。

这个小个子助理很快就使人相信自己是实验室里最聪明的人。他吸收起知识来就像海绵一样。5年之内，他就写出了论文并进行了答辩，成为科学候选人，相当于博士的头衔。

他成为了研究气体特性方面的专家，特别是对燃烧方面更为精通。一系列的工作最终将他引向炸弹研究。泽利多维奇写了一篇关于链式反应和铀核裂变方面的论文，发表在公开的科学文献上——

这篇稿件是这一学科中最后一篇不保密的文章——就发表在二战之前。战争当中，他从事喷气推进器的研究。40年代末和整个50年代是泽利多维奇简历上的一大段空白，他仅仅间接地指出他在进行铀裂变研究。泽利多维奇是前苏联原子弹计划的特许成员。在此之后，他又为建造氢弹做出了部分贡献，在那项工作中他与安德烈·萨哈罗夫合作，后者是一名著名的持不同政见者，同时也是诺贝尔奖得主。泽利多维奇和萨哈罗夫是俄国氢弹的主要设计者。两个人各获得了一枚列宁勋章，并三次获得社会主义劳动英雄称号。

在被称为“安装”项目的氢弹研究营中，萨哈罗夫和泽利多维奇关系很亲密。他们住在隔壁，每天要谈好几次话，只要有问题，无论大小，都一起比赛解决。“有的时候我们就像是在玩游戏，” 萨哈罗夫后来在《自然》杂志中写道，“比赛谁解决问题的速度快，方法好（先解决问题的一方可以在白天或者夜里的任何时候跑来告诉另一方）。”

萨哈罗夫说道，“在科学方面，泽利多维奇是个谦虚的人（虽然在讨论当中，为自己认为正确的观点辩护时，有时他表现出的态度会给人某种不同的感觉）。当他设法在某项重要工作中取得成绩，或者用一种精妙的方法解决了一个方法上的难题时，他会高兴得像个孩子，而且他对失败和错误的感觉极为敏锐。”

萨哈罗夫对泽利多维奇私生活不敢苟同，其中包括了数不清的被他称为“腰部以下”的风流韵事。泽利多维奇曾经在半夜时叫醒他，为自己的情妇找他借钱，那个女人是个在“安装”营工作的囚犯。她怀了孕，就在她被释放流放到远东去之前，她在一间小屋的冰冷的地板上为他生了个女儿。

当萨哈罗夫开始在政治上提出裁军和人权问题时，一向坚决不问政治的泽利多维奇改变了观点。他同萨哈罗夫一道反对赫鲁晓夫关于所有人——包括科学家在内——都应该到集体农庄上呆一段时期的提议。有一次来自国家科学院的小组让他在一封批评萨哈罗夫的信上签字，他把这些人从屋里赶了出去。

萨哈罗夫最终因为他直言不讳的异端言行被流放到了高尔基市。他觉得泽利多维奇抛弃了他。萨哈罗夫说,"一种冷漠"悄然出现在两人的关系当中。他觉得泽利多维奇有一点怯懦。泽利多维奇朋友们说,当萨哈罗夫在为原则问题抗议时,泽利多维奇觉得保持着一定距离去支持他,自己会感到好过一些。但当萨哈罗夫为了自己的全家获得离苏护照而开始进行绝食抗议时,他就做得太过分了。泽利多维奇讨厌萨哈罗夫的妻子叶列娜·邦纳,他责备她说她让他的老朋友感到心烦意乱。他小声但是尖锐地说道,霍金绝对不会让任何事情打扰他的物理学研究。

对核武器的研究逐渐将泽利多维奇变成了一个物理学家。他判定,这一领域毕竟还没有完结。50年代时他在那个制造炸弹的人藏身的秘密城市里撰写粒子物理学方面的论文。这种具有极大的权利的炸弹专家的生活——他本人有司机和保镖——开始令他烦恼了。"当铀核裂变工作中的涉及更多工程学内容而不是物理学内容时,"泽利多维奇说,"我就得到允许,开始研究天文学了。"

在前苏联的体制下,研究工作是由苏联科学院通过一系列的研究所开展的,绝大多数研究所在莫斯科。泽利多维奇把家搬到了莫斯科。在应用数学研究所与空间研究所找到了一份工作。

从一开始,泽利多维奇对待大爆炸理论的态度就比其他西方的同事更加严肃。他认为宇宙就是一个巨大的粒子物理学实验。在粒子物理学中,基本粒子经过加速,获得很大的能量,然后碰撞在一起,一同消失,变为一个微观的火球,这样物理学家就可以去研究从火球当中飞散出来的碎片,找到新的或者更为基本的粒子。泽利多维奇认为通过检验从大爆炸中飞散出的遗迹——星系、星球、石块甚至人类——科学能够发现线索,物理学的基本法则以及宇宙的起源问题。"有的时候,"他说道,"我觉得宇宙就像是一个穷人的化石,我们不得不去研究他的足迹。人们不可能为宇宙学打下一个好的基础,因为物理学的基本理论还没有解决。"

对于这些线索的搜寻使他也去阅读了加莫夫在40年代写的论

文，主要关于核子合成理论，并预言说那次爆炸的热量应当依然存在。“加莫夫犯了一个非常有用的错误。”泽利多维奇说道，他认识到这种原始的辐射是一种可以探测到的无线电波，甚至在60年代指出，射电望远镜就可以解决这个问题——就是用属于贝尔实验室的位于霍尔姆德尔那种喇叭形的天线。迪克和皮布尔斯根本没读到过他的论文；彭齐阿斯和威尔逊也没读过。不久以后，由于在阅读一张宇宙元素丰度表时出了错误，泽利多维奇得出结论，宇宙中的氦含量只有10%而不是26%。这就和加莫夫的模式大不一致，所以泽利多维奇认为所谓热爆炸理论是错误的。

“有一年的时候，我相信一种冷爆炸理论。”同时，微波辐射就是在他提议寻找的地方——霍尔姆德尔被发现了。“现在热爆炸理论，就像是原子的存在一样，永远地建立了起来。”他笑着说。

在60年代中期，他把一群天文学家和广义相对论者聚集到身边来，这一小组堪与惠勒在普林斯顿及西阿玛在剑桥的研究小组相提并论。基普·索恩频繁去往莫斯科，霍金也是那里的常客。“六七十年代，相对论天体物理学方面有创见的观点一半都出自这个小组。”索恩这样说。由于莫斯科是俄国的科学中心，泽利多维奇门徒的圈子年复一年地变得越来越大，最后简直大得无法收拾。据索恩说，泽利多维奇打算策划与什么人大吵一架，以便脱离这个组织，重头再来。

泽利多维奇的学生之所以来到他身边，好像都是因为他有磁石般的人格魅力，对于物理学的敏锐直觉和严格却又温柔的教学才华。最典型的例子就是谢尔盖·沙达林，他是个肌肉发达的年轻理论家，当他还是研究生时，一次在数学研究所进行的研讨会上他遇到了泽利多维奇，很快地被吸引到这个圈子之中。他回忆道，当时研讨会上大概有15个人，他是头一次和朋友一起去参加的。“和他在一起，我对科学的认识有了一些变化。科学不再是枯燥的学问。我从来没见过他这种通晓所有学科的人。”

“他不断提出新观点，根本不在意这些观点接下来会有什么结

果。整个小组就是他一个人说了算。可你应了解到这是个最好的方法，提出你自己的问题会把事情搞糟，泽利多维奇希望你能立刻解决问题。他会早晨六点钟打电话问你问题的答案。很多人会觉得非常尴尬。有一次我说，'我还没做呢。'泽利多维奇放下电话，几分钟以后又把电话打过来。"

物理学就是泽利多维奇生活的全部。他的第二任妻子是个物理学家，他的孩子和孩子的配偶都是物理学家。他家的起居室里装了一块大黑板。每天早晨他五点钟起床，一个人工作并接同事和学生打来的电话。起居室里同时也摆满了实心球和杠铃，在他公寓里小住的物理学家们也被他拉着一同进行举重训练。泽利多维奇直到70岁的时候还在打网球。沙达林回忆说，泽利多维奇曾经以一对二，挑战他和另外一位物理学家。比赛打完后，他们来到泽利多维奇的公寓，那幢公寓有三段楼梯，泽利多维奇提议比赛跳台阶，看谁跳得层数最多。

泽利多维奇的门徒们把他描绘成一个宇宙学家中的佐尔巴舞者，一个爱喝酒跳舞的人，他的生活与科学之间没有明显的界限。当泽利多维奇打算出去痛饮一番的时候，他总是戴上自己的勋章，这样那些对酒鬼严厉得出名的莫斯科警察就不会打扰他了。

乔·西尔克是一名伯克利的理论家，他形容在布拉格举行的一次会议上遇到泽利多维奇时的情况时说，"那个时候，俄国的宇宙学家还没有现在那么出名。他拉着我和他的一群学生一起，把我们拉到一个游泳池那里，我们一块儿游了一两个小时的泳，一起讨论问题。我猜他那时候刚刚60岁出头，而他的体格和体能显得年轻得多。他善于生活，是个性情中人。还有一次，在波兰举行了座谈会，会后的宴会上有乐队演奏，他围着桌子，和每个人跳舞，不论是男女。"

"然后他们来到一家歌舞厅，出于某种不可理喻的原因，里面有一位脱衣舞演员正在进行表演。当然，乐队一开始演奏，泽利多维奇就和她一起，想在她表演的过程中和她共舞。在座的每个人都爆发出震耳的笑声。他就是这么一个极为外向的人。"

在宇宙学界，泽利多维奇几乎就是一个教派领袖式的人物，而且由于曾经从事过关系国家机密的工作，不能到东欧集团以外的国家去，这种感觉就愈发强烈了。可活动自由受限令他非常难过。他办公室的墙上挂着一张世界地图，每次他接到邀请却不能前往时，他就在地图上插上一枚大头针。

西尔克使泽利多维奇“自上而下”的星系构成理论闻名于世，同时也使他与皮布尔斯观点相左，因而使得宇宙学分为了东西两派。在他的博士论文中西尔克检验了火球密度波动过程中的辐射效应，他拓展了皮布尔斯的研究，同时却得出了一个新的结论。西尔克下结论说强烈的辐射压力将会消除原始气体中的不均匀状况。把所有小规模的特征完全变得平滑。其结果就是所有体积小于太阳质量10^{18}的团块将被消除。这个质量是银河系的一百倍——相当于一个中等体积的星系团。宇宙并非由小块砖石构成，而是由大块的砖石构成的。

1969年泽利多维奇问自己，在宇宙膨胀和冷却的过程中这些气体云团将会发生什么变化。它们是怎样变成星球的？这是某种大规模燃烧的问题。他开始认识到云团不可能是完美的圆球状，更为可能是呈雪茄形状，而且很可能在旋转。当云团冷却下来时，它将会产生不平衡的塌陷。气团最短的维度收缩得最快。云团会形成一个伸长的饼状结构，这一饼状结构两边的物质将会震动，形成冲击波，冲击波分散开来，使这片气体加热，将其分裂为很多碎片。泽利多维奇说，这些碎片就会最后凝结，形成星云。

换句话说，根据泽利多维奇的看法，宇宙中最大的结构最先形成，然后分裂形成小的物体。

泽利多维奇认识到这一自上而下的“薄饼”状过程，应该是有某些后果可供人们观测到的。星系和星系团仍然会聚集在它们出生时的饼状结构当中。在宇宙中，所有薄饼状的星系云团将会形成一个带状与丝状的交错结构，这个结构与利克百万星系图并没有多大区别。“就像一张网，”他解释说，“或者是游泳池底的影子。”

有一天，在一次会议中他偶然凝望着游泳池的底部，发现水面波浪和涌浪投下的光与影的带状结构与宇宙中星系所应形成的结构相同。他认识到两种情况下的数学依据也很相似。沙达林说，那一刻，泽利多维奇好像看到到处都是相同的结构。在一次作讲座时，由于幻灯光在投影机里放时间太长开始起泡，那一刻他又一次看到了这个结构。泽利多维奇只有找到一种简单而又看得见的方法来解释他的观点，他才会感到高兴。

他决定说，他的小组成员应当制造一个模型，用它来产生带状结构，并对其加以分析。如同皮布尔斯一样，泽利多维奇也是在寻找量化的方法来分析有关定性信息。成功的关键来自创造一个表面，上面有平滑而随机的波纹。当光线穿过表面时，随机形成的波的突起就会对光产生折射，形成像宇宙中一样的带状条纹。受到熔化的幻灯片的启发，他提议沙达林最好先找一些塑料并对其燃烧。

转天泽利多维奇问沙达林是否完成，沙达林回答道他已经试过了，但燃烧塑料不起作用。好吧，泽利多维奇说道，他又想出了一种新的办法：倒上一大堆环氧树脂，在里面搅拌出波纹来。环氧树脂会随机形成一个光滑的凹凸不平的面。

沙达林提醒泽利多维奇那天是星期天，他买不到环氧树脂。“我这里有胶水，到我公寓来拿。”泽利多维奇说道。于是沙达林坐着火车穿过城市，拿到了胶水，又回到家里边。“结果我们又没成功。”

两天以后，泽利多维奇雇了一个工匠用激光、油和酸在一块玻璃上随机地蚀刻出点子。这次成功了——从玻璃板上投下了清楚的丝状阴影。泽利多维奇非常高兴。“游泳池是不断变化的。”沙达林说道。现在他终于找到了一些东西，可以向人展示和进行研究用了。

到了70年代中期，在皮布尔斯自上而下的理论与泽利多维奇自下而上的理论之间形成了几条界线。皮布尔斯说先形成星系，然后慢慢聚集成星系团。泽利多维奇的看法完全相反：先形成星系团，

然后分裂成星系。这有点像争论鸡和蛋哪个先出现一样。

在他一贯的幽默感的背后，皮布尔斯毫不妥协地反对泽利多维奇的宇宙模型。“我当然愿意把薄饼状结构作为一种可能性，但那绝对不是惟一一种可能性。”他温和地说道，“这场争论是关于宇宙形成的次序问题的。是星系先于星系团出现，还是与此相反？当然，这个问题要涉及到遥远的过去。30年代就有这类的争论。哈勃写到过这个问题，勒梅特也写过。我个人的意见，我认为宇宙是先在小幅画面上形成后才变大的。这看上去符合我们掌握的星系的统计数据，这些数据至少在我们思想中存在。”

“但有人也掌握着某些星星点点的直接信息，看上去非常引人注目。比方说，我们在室女座星系团的边缘处，就我来看，它仍然在变大，仍旧在形成之中，但我们所在的星系当然非常古老，我们看到的星系，基本上都很古老充满了古老的星球。所以从表面上看，它表现出——我们的星系形成于这个特定的星系团之前。如果这一个星系团形成得较晚，那么所有的星系团怎么就不可能出现于星系之后呢？”

但是那些关于宇宙大规模结构所收集的零碎而模糊的线索——神秘的利克星图、阿贝尔星系图中布满天空的呈条状结构——都暗暗喷吐着芬芳，暗指着泽利多维奇理论中那些游泳池中的带状阴影。

自然到底怎样说？如果皮布尔斯是正确的，天空中布满小光团，而且会越来越大；如果泽利多维奇是正确的，那么天空就会是一张大网，点缀着片片的星系和星系间巨大的空间。就像是稳恒态宇宙与大爆炸之争为经典宇宙观测学注入了活力一样，星系构成自上而下和自下而上的两种理论之争为宇宙物理学打造了雏形。两者间既然有矛盾，这就是科学。人们会各自选择自己支持的一方，各种理论和观测间将会发生冲突。

自然到底怎样说？需要很多年以后，人们才会发现，皮布尔斯和泽利多维奇都是正确的。

二

费米园地

只有人类能够卷曲空间，
就像卷起一片皮革一样，
人们才能了解神的存在并结束自己的苦难。
——《水塔刷塔尔·乌帕尼沙德》
(旧译《室维陀奥义书》)

9

漫漫长路

当物理学家开始大爆炸的探索时，同时，从天文学角度对宇宙学的研究，也就是被阿伦·桑德奇称为寻找两个数字的探求仍在继续。桑德奇月复一月、年复一年地爬上帕洛马尔山，钻进加热了的观察服，乘坐咣咣响的电梯来到望远镜那属于他个人的观测仓，收集着宇宙学研究所需的数据。

哈勃设想的研究途径有两条类似但相互独立的轨道。一条轨道是测量减速参数q0。这个数字能告诉他宇宙的形状、时空的弯曲度以及宇宙是闭合的、终有一天以大坍塌告终，还是宇宙是开放的，星系只是永远地向外飞离。另一条轨道是重新测算哈勃常数H0。这个数字能告诉他宇宙膨胀的速度、宇宙的体积和年龄。距离尺度的测量是一项极其缓慢而单调的工作。直到60年代末期，这第二个战役才初见成果。

在任何膨胀的宇宙中，H0是一个星系的红移速度与其距离的比值。在理论上，哈勃常数很容易测得：只需确定一束星系的距离并测量它们的红移。而在实践中，这是天文学中最困难的工作，难怪画在黑板上的哈勃图表看起来无异于信手涂鸦。正是要测出距离，即第三维，才使天文学成为一门数量科学，并让科学的领域突破了高高的苍穹，于是现代宇宙学才成为可能。如果没有这项研究，星球和星系只是天空中一片片发光的亮痕。那人们——无论是桑德奇还是哈勃—怎样去测量他们从未触摸过，也从未在其他角度观察过的那些微小亮痕的距离呢?

如果说回顾历史会对我们有什么指导意义的话，那么即使有，

也是微乎其微。哈勃最早算出的哈勃常数为530公里每秒每兆秒差距。这意味着，一个星系对于每一个兆秒差距（约每300万光年）要以每秒多出300英里的速度飞离，也就是说它要远得多。到1956年，桑德奇和巴德把哈勃常数缩小为原来的1/3，成为180。这就是说，红移速度每增加300英里每秒对应的距离增加不是300万光年，而是900万光年。这就意味着，星系间的距离是以前预想的3倍，因而宇宙的年龄也要相应地大3倍。到60年代初，普遍接受的数值为100。桑德奇在1956年的获奖演说中对该数值作了预测，并在随后写的论文中，提出这个数值可能低到75，依据是室女星系团中球状星团的视星等。按后一个数值计算，宇宙的年龄可能是130亿岁。

“首先，天文学几乎是一个无法研究的领域，任何不知道的人”桑德奇停住了，一想到肩上的重任他就非常恼火。“你知道赫谢尔是怎样得到首批星球的距离的吗？”他问。“他说，假设所有的星球都和太阳一模一样。我们知道太阳的视星等，也就知道了其他星球的视星等。因此那些星球的平均距离是如此如此。当然，这是一个伟大的假设，而且基本是正确的。”

哈勃在他二三十岁时那段富有传奇色彩的观察经历中，正如读者能回忆起来的，曾把造父变星作为自己的“标准烛光”，测出了本星系群中其他星系的距离。造父变星——以它的最早发现者德尔塔·造父的名字命名——有规律地脉动，并随脉动亮度发生变化。根据一段时间的记录，一颗造父变星的亮度输出，即它的光曲线，是呈锯齿状上下波动的。造父变星之所以成为理想的距离标志，是因为它们的绝对星等与脉动周期是成比例的。这就说明，一颗造父变星的绝对星等和距离，以及它所位于的星系的距离，是可以从锯齿状光曲线中读出来的。

当桑德奇开始为哈勃工作时，他首要的任务之一是拍摄附近星系的照片以寻找造父变星。他一干就是好几年。几乎每一个在圣芭芭拉街工作的人，都要时不时地拍些照片。桑德奇认为一个星系至少需要有10年跨度的30或40张底片，才能积攒足够的数据找到造父

变星，并确定其距离。

到1962年，在桑德奇的办公室里已堆积了几百张底片，等待人们对这几十亿颗星球进行艰苦地筛选，最后得出造父变星那个惊爆内幕的锯齿形光曲线。一项何其乏味的工作！威尔逊山的主任鲍恩告诉他可以找一个助手。桑德奇去找了，找到一个叫古思塔夫·塔姆曼的人。

当阿伦·桑德奇进入塔姆曼的生活时，他正在意大利北部的一家咖啡馆里品咖啡。他是一个瑞士天文观测员，自称是沙皇俄国“最底层贵族”的后裔。他高高的个子，面容和善，下巴有些尖，笑起来像个害羞的男孩。他讲话声音不大，吐字清楚，稍微带点儿德国口音。他和桑德奇同在一个为期三周的暑期讲习班学习。这种学习班可以给知名的科学家提供某个舒适地方的免费住宿，代价是让他们给一小部分同行和严格挑选出来的研究生做系列讲座。交往中，桑德奇注意到塔姆曼在听科学讲座时的表现，并对此表示满意。当他们在咖啡馆见面时，塔姆曼就别人给他的一份工作征求桑德奇的意见。结果桑德奇的答复是要他和自己一起工作，归纳距离尺度的数据。

“这项工作需要非常特殊的技能，”几年后桑德奇回忆道，“需要难以想像的耐力，需要某种长远的观点，还需要一种态度。这样的人是极其罕见的。亨里埃塔·斯沃普，巴德和哈勃都具备这样的素质。显然，我找的这个人是独特和优秀的。”

他们是一对不甚和谐、但却完美的搭档。如果说桑德奇是怀着宗教的热情涉足宇宙学，时而升华为一种神赋才能的激情，时而跌入自我怀疑的冥想与咒骂中，那么塔姆曼始终保持着前进中的平稳，并体现出贵族的良好品质。塔姆曼极具魅力与幽默，手里总是转着一支长长的金烟斗，即便在山顶上也是如此。山顶是他不愿去的地方，当然如果非去不可，他还是要身穿西装和大衣。他习惯把自己打扮得很得体，给人彬彬有礼、教养极好的感觉。很难想像他会提高嗓门讲话，但很容易想出，他的微笑总是得意的微笑。他承认自

己是个笨拙的观测员，但他自称使用光度计是一种“难而无趣的技能”，他可以胜任这种工作。

塔姆曼的祖父1906年从俄国逃到德国。他出生在格丁根，父亲死后，瑞士籍的母亲把全家带到了巴塞尔。古思塔夫在6岁时向家人宣布了他对天文学的兴趣，当时他正在蓝色的桌布上给大家画黄道十二宫图。据他回忆，他当时的举动着实让大人们吃了一惊。他上了巴塞尔大学。在全心投入天文学之前，常出入法律学校，因为他的姐姐是律师。

当两人会面时，桑德奇已经是个大人物，塔姆曼完全被他的伟大所折服。他说他以为自己的工作就是给桑德奇拿大衣，或者为桑德奇完成他命中注定的科学研究做些辅助工作。当有必要对批评桑德奇的人进行攻击时，他也会去做；当桑德奇情绪低落时，塔姆曼会让他精神振作。“我视他为我的上司，” 塔姆曼用细小的声音说，“但不知为什么，他把我视为合作者。”

1963年2月，塔姆曼到达帕萨迪纳。当时施密特正在对类星体信号进行解释，期待这是一项值得花时间去做的工作。

被塔姆曼称为“难而无趣的技能”是宇宙学研究中最漫长、且最乏浪漫的部分。“我们倾注毕生的心血就是观察一张照相底片上的黑点儿，”他感叹道。这项无聊的工作使用的仪器叫闪视比较仪。这个仪器上装有两张底片，它们在不同的时间曝光，但星球与星球按相同的比例严格对应。仪器在屏幕上交替投射出这两张底片。闪烁一次1950年2月12日的M81星系，闪烁一次3月18日的M81星系。在一个月当中，一小团的上千亿颗星球会发生很多种情况：有的做环绕运动，会互相遮挡；有的爆炸或是燃烧；还有相当部分的其他星球——造父变星——由于年龄的原因似乎略显紧张，在旋涡状乳白色星系映衬下的日珥周围有规律地脉动。在一个月里，还有上千亿颗星球保持原样，以平稳的速度燃烧，走向热核反应的终结。

在这两个画面的放映中，两个静止时刻的差异构成了动画效果。屏幕上满是闪烁的星球，每一颗都有可能是造父变星，但更有可能

是一个小行星，或是一个感光乳剂造成的瑕疵，或是其他假象，它们都可能在工作板上用箭头标出。底片拍了一张又一张。在这个过程中，只在一个晚上出现的星球或各种假象都不断地被排除，新的可能不断地出现。最后剩下的是每次都保留的星球：真正的造父变星、周期出现的新星、双子星和不规则的变星。

塔姆曼的研究从由明亮的旋涡星云M81为主的星系群中紧靠银河系的地方开始。这个星系群有17个星系，被认为是本星系群最近的邻居。

哈勃本人在1949年11月9日200英寸望远镜首次运行时，就开始了对新哈勃常数的探寻。当时他拍了一张M81的底片，这个星系位于大熊星座的北斗七星的边上。照片中，M81像一只坠落在汤锅里旋转的鸡蛋，整个核心的边缘是光滑的、薄雾般的星云环。它的旁边是另一个旋涡星云NGC2403。它看起来像天空中一个模糊的Z形，中心呈发散状，两个旋臂斑斑点点。

从哈勃时代起就有这样的共识：M81 和NGC2403的距离是一样的，到其中之一的距离适用于两者，也适用于整个星系群。1954年桑德奇在寻找M81中的变星时，声称找到了41颗，但他的努力是徒劳的，因为他在比较星球上犯了一个错误。于是他让塔姆曼从测量M81着手：但是用桑德奇的话说，“这就像对付恶魔一样困难。” 塔姆曼盯了很久，但没有发现任何造父变星的迹象。结果他们把M81放在一边，转而研究NGC2403。

塔姆曼开始有些成果了，但他痛恨那台闪烁的机器。底片间的差异，那些实实在在的差异，简直要把他逼疯。比如说，如果其中一张底片比另一张纹理更细，那天空看起来就像要爆炸。观察中的任何误差都会改变星球与天空的对比，使星球看起来很亮，但实际并不是这样。

他放弃了那台机器，把底片拿到了窗前，用一个小放大镜一块一块地在已牢牢记住的微小星球区域里寻找变化。“我想阿伦是不喜欢我这样做的。”他诡秘地说。

塔姆曼用这种方法把40张底片进行了一年半的比较后，工作板上只剩下几十颗标有箭头的星球了。

游戏的下一步是绘出这些可能是造父变星的星球的光度变化图。在每一个编了号的星球周围，有一片假想的恒星被标示出来。这些恒星从灰色的圆点（它们很难从底片感光乳剂的摄影纹理中辨认出来）一直延伸到胀大的黑色斑点，它们使造父变星不稳定性得以测量、计时和验证的尺度。实际上，塔姆曼没有必要去了解那些比较星球，只须进行下一步就可以了。这下一步任务就是研究记录了一个星系生命历程中20年的全套底片，并在每一个时刻找到星等最接近造父变星的那个比较星球。这样就得到了造父变星亮度相对变化的历史记录。

“最美妙的体验就是在50张底片中能发现一颗造父变星。”桑德奇欢快地说，手指在桌子上敲起来。“你怎样猜测它的亮度呢。你不必写出数字。这里有三颗比较星球：a、b、c。造父变星的亮度在从a到b的1/3处，所以你称它为a.3。所以你可以作出猜测。然后从10年拍的底片中拿出这些张，把它们分成阶段，就可以得到周期。如果你成功了，说明在整个过程中没有一点儿观察上的偏差。虽然你得到的只是周期，但你离真相大白不远了。”

“当你得到周期时，你就知道会是这样。世上再没有这样的感觉了。”

最后的最后，a.3、b.2 和剩下的代码必须要转变为数字。比较星球有多亮？在桑德奇看来，这是问题的症结所在，是整个战役的真正战场。他把这个研究视为一场游击战。正如塔姆曼对造父变星光度的测量，光度是可以利用摄影技术，通过对底片上圆点大小的测量得到的。方法是把它们和数量已知的星球表现在底片上的圆点进行比较，但这种做法有些过时。

1963年使用的另一种方法叫做光电测光法。光度计是一种有趣的测光仪表。当一个小圆孔对准某个星球时，它可以测出通过这个小孔的光量。光度计配有标准的过滤器，可以把称作“UBVRIJK”

光谱（它代表紫外线、蓝光、黄光或称可见光、红光和红外线的三个谱带）的不同部分隔离开。测得这一系列数值后，就可以很快知道这个星球光谱的特点，使其量子化，并与其他星球进行比较。

所以，为了研究M81和NGC2403底片上的每一颗用箭头标出的变星和新星，桑德奇都必须使用望远镜，对它们周围的定标星进行光电测量。他认为这里是最容易失败的地方。某个模糊的星球的半个光度的错误，就会使宇宙肿胀或是缩小30%。哈勃本人就在他的定标星上跌了跤。

塔姆曼尾随桑德奇来到了帕洛马尔山上，手里还转着那个烟斗，他要帮助桑德奇做这项极其艰苦的星球测量工作。在这件乏味的工作中，桑德奇表现出的洞察力和顽强精神深深感染了塔姆曼。“阿伦·桑德奇得出了天文学中的最佳星序，”塔姆曼感慨地说，“他要观测模糊得几乎看不到的星球。”在塔姆曼的记忆中，一开始，桑德奇用望远镜对可见星球进行观测，然后竟然测量起从窥视镜中根本无法看到的星球的光。那些星球太模糊了，以至于他有时甚至不能肯定光度计是否作用在某个信号上。所有的造父变星在窥视镜里是看不到的，它们始终以隐身的方式脉动。桑德奇不得不去追随它们的影子。塔姆曼抱怨地回忆道，他们两个天文学家要用三分之一的晚上只是一遍一遍地测量标准星球，来监视大气层的透明度，确保不会有看不见的云层在宇宙中投下阴影。

当桑德奇在观测仓里进行考验毅力的马拉松式的工作时，塔姆曼通常呆在下面的控制室里。有时深夜，塔姆曼会站到麦克风前，用两个玻璃杯来回倒水，水声大得能让上面的观测仓听到。“嘿，阿伦，你需要去洗手间吗？”

“你个狗娘养的。”

桑德奇一边回忆那段艰苦的日子，一边抱怨，“如果哥伦布知道新大陆有多远，他的水手们就不会远航了。如果我们知道测量NGC2403的光曲线有多么艰难，我们就不会去尝试了。我们肯定不会去尝试。如果我和古思塔夫知道要惨遭人们的指责——这种指责

仍在继续，唉，15年前我们早就进特拉伯苦修会了。”

这两个人最终得到的光曲线看起来像是用斧子劈过的一排冰山。冰山的底部掩藏在底片雾蒙蒙的背景下面（哈勃的阴影区）。那里星球影像的密度并不比起干扰作用的底片感光乳剂上无规则的纹理密集的密度大，因而两者很难区分。桑德奇和塔姆曼竭尽全力使这些残缺不全和带有干扰的数据变得有意义。

最后，当又一个宇宙里程碑就要摆脱谬误恶魔般的阴影时，还只需做一个修正——然而这是一个无法做的修正。帕洛马尔山上空和银河星道里的气体和尘埃会使星光变红变暗，就像好莱坞渲染太阳落山用的红色烟雾，这样星球和它所处的星系看起来显得比实际要远。桑德奇和塔姆曼用大量的数据纠正银河系埃尘造成的偏差，用对标准星球的测量纠正附近大气层造成的偏差，但是他们没有办法估计这个星球的光在多大程度上与其所在的星系相融合。通常他们要分析星球的“颜色”——不同光谱带上的光度比值——来判断它的红色是否正常。如果是异常的红色，星球的光很可能是由于星系中的尘埃变得发暗、发红的，因而造成对距离的误读。然而这一次，数据太离谱了，以至于桑德奇对颜色所表明的NGC2403中星球或尘埃的情况根本不相信。他不能肯定光的颜色是否被加深。他倾向于认为不会被加深。

终于他们决定公布了NGC2403及其星群的距离。那一年是1967年，从得到第一个数据起差不多过了20年，而得到第一个数据的那个人已不在人世了。这篇论文记录了他们奋斗的足迹，并沿袭了哈勃威严的口吻。在《天体物理学》杂志上有这样一段著名的文字，它像是一声长长的宇宙呻吟——出自一份关于阴影的报告：

> 我们想说明，对亮度极其微弱的变星的研究是异常艰辛的……要证明某一个星球的两张不同质量的底片之间是否存在强度的差异，往往是不可能的。经常，在最模糊的星球的变异性得到证明之前，查阅大量的底片资料是非常必要的。正因为这些因素，哈勃对本星系群以外的星系中

造父变星的早期探索应是当之无愧的伟大成就。

依照桑德奇和塔姆曼的研究思路，他们得到的NGC2403及其星系群的距离是1060万光年，远远超出了哈勃的早期预想。如果这一点成立，显然宇宙的体积和年龄还要大，哈勃常数要比人们猜测的还低。NGC2403毕竟是本星系群以外距离最近的星系。这个答案是第一个明确的距离，是形成哈勃常数和宇宙膨胀链条的一个基点。

就在这时，巴里·马多雷来到这里。他是个瘦高的加拿大人，是多伦多大学观察宇宙学家范登堡的研究生。他看了桑德奇和塔姆曼的数据，找出了红色底片和蓝色底片之间的差异。在他看来，造父变星好像被NGC2403的尘埃染得很红。他的结论是，并不是所有的光暗现象都与距离有关，也就是说，NGC2403的距离要比桑德奇和塔姆曼的1060万光年小一些。马多雷提出大概是701万光年。

桑德奇把马多雷请到帕萨迪纳，他们谈了两天。桑德奇坚持他和塔姆曼在论文中陈述的观点，认为NGC2403造父变星的颜色不能说明什么问题。而马多雷坚信，如果这些数据不足以证明红色的加深，那它们什么问题也说明不了，包括距离在内。据马多雷讲，突然在第三天，桑德奇向他发起了进攻。

“如果你公布你的观点，我们会做出反应的。”桑德奇冷冰冰地说，然后把马多雷打发走了。

“我被弄糊涂了。”几年后马多雷这样说。无论如何他在一家英国杂志《皇家天文学会月评》上发表了论文，没有在宇宙学的主要论坛《天体物理学》杂志上发表。桑德奇和塔姆曼没有做出反应。他们有意不理会马多雷的批评。但这件事还是让桑德奇很不安，他是哈勃的继承人，他在那个冰冷的观测仓里，倾注15年心血观察那些黑点儿，现在一个乳臭未干的研究生竟搞出另外一个数字。然而事实是，桑德奇错了。

他感到这个批评对他伤害很大。“当时我没有准备好，”桑德奇说，“我没有经历过这种事情。如果你得出一个结果，为什么人们会不同意，不相信呢？”

“然后，人类灵魂本性的东西来了，”他愠怒而严肃地说，他是指自己受到伤害的感情，“我们对这个问题进行了17年的研究，竟被一个还没毕业的年轻研究生非常非常严厉地批评了。他找到我，和我谈，我说他错了，他就一走了之，发表了一篇诋毁我和塔姆曼的论文。”

交战中有血腥，但没有屈服，桑德奇和塔姆曼大踏步地进而研究如何测量更远星系的距离。他们走得越远，找到造父变星就越困难。造父变星是相当明亮的星球，但桑德奇和塔姆曼在十分遥远的星系世界中无法使用它们。因为超出1 000万光年，造父变星开始在几十亿颗星球的模糊背景里消失。桑德奇需要更亮的烛光来探测巨型星团和更远地方的深度，那里的星系在底片上已变成微乎其微的小点儿，在那里他想知道的是宇宙无限的距离。

他对星系距离测量得越远，就能越精确地得到哈勃常数，因为每个星系周围的撞击对数据的影响越来越小。他测得越远，就越能肯定哈勃膨胀是一个普遍的结果，无论哪个方向都一样，他也就越加确信这是最权威的定律。桑德奇把哈勃常数工程想像为梯子上的阶梯，或是宇宙同心圆向外的台阶。每一个阶梯是一个距离指示标记，按道理，它要取决于低一级阶梯的数据，换句话说，这是天文学的一个“蛙跳游戏”。“会有各种各样的问题，”桑德奇说，“你测量能测到的东西，然后发现一些更明亮的东西，那是它们的孪生兄弟。”

他爬得越高越远，他不得不使用的标准烛光就变得越亮和越靠不住。造父变星是最底层的阶梯。对于上面一层阶梯，他要利用火焰颜色的、灼热的离子化氢气片来观测，它们是旋涡星系旋臂上的小点儿。哈勃最早测量距离时，误以为这些氢气云是明亮的红色星球，而实际上，它们是整个星团的诞生地。这些星团一路燃烧着冲出凝固的云层，就像小鸡破壳而出。在邻近的那些距离已由造父变星测出的星系中，桑德奇和塔姆曼发现，氢气云的大小和它们所在星系的亮度之间有一定的关系。他们还在星系的大小和它内部最明

亮的蓝色星球之间发现了类似的关系。这两个关系形成了平行的阶梯，这使他们把距离的测量延伸到超出造父变星范围的星系，然后不断地向外延伸。测量某个东西，找它的孪生兄弟，再利用它测量更亮更大的东西。在第三个阶梯上，星系本身就是标准烛光。

与此同时，还有一个类似的向星系内部进行的测量。造父变星本身仍需要测量，也就是说，要找到它们距离的一个独立测量值。问题是，大多数造父变星位于星系中的大麦哲伦云里或是非常遥远的星团里。天文学家要预测这些星团的距离，只能通过比较它们中的星球，和在所谓主星序上的星球的光度和颜色。比如，找到黄色星球，同确定主星序中黄色星球的光亮度一样，确定它们的光亮度。当然，这意味着主星序本身是标定的。

这个反方向推理的链条在毕宿星座停了下来。毕宿星团是位于猎户星团西部的V形星群，它组成了毕宿五星座（金牛座α）的背景，毕宿五是牛的红眼睛。这是距我们最近的一个可以独立测得距离的星团。毕宿座的星球都在空中移动：在天文学的历史记载中，它们的图坐标平均移动了大约满月宽度的3%。如果这个星团是无限的，它的星球就会在平行的轨迹上移动。但事实上，星球移动的轨迹是交叉的，像一群大雁消失在南地平线上越变越小一样。这个几何变形让天文学家算出它的距离是135光年左右。这是距离尺度的真实依据，然而它不稳定。毕宿星座中重金属含量异常高，因此许多天文学家怀疑，它们是否能充当其他星球的合适比较物。有些天文学家的疑问是，毕宿星座是一个紧密的星团，还是它正在飘散，或许仍在收缩，好像往那个洁净的几何图形里扔一把活动扳钳。毕宿星座每颤动一次，星系就会震颤，宇宙就会变大或变小。而毕宿星座是经常颤动的。

为了得到那个简单的数字：哈勃常数，桑德奇实际上要与天体物理学保持同步。如果进程看起来有偶然性或是不很协调，桑德奇是不会道歉的。“你必须要有答案，”他解释道，“你要使用一切可能的东西，就像要淹死的人拼命抓东西一样，他抓住离他最近的稻

草。星系的距离几乎是不可能得到的。你可以说，‘啊，所有这些问题，’但你还能做什么呢？要么你使用现有的最好的方法，要么你把双手一摊。你也许感兴趣，也许不。如果你对它感兴趣并愿意去做，你就会感到有动力，但这也存在问题。邱吉尔说过，如果你在竞技场的角斗中没有倒下，如果你在那儿没有倒下——”他停了一会儿，“我对这一点深有感触，如果你在那里，在与狮子的角斗中没有倒下，你就有资格批评别人了。”

对桑德奇和塔姆曼来说，他们整个梯子中主要症结之一是测量M101巨型旋涡星系的距离。它就潜伏在北斗七星斗柄靠上的位置。M101有时被称作大风车，它是最漂亮的星系之一。它看起来像一只空中的嬉皮士海星，舒展的旋臂华丽地装饰着粉红色氢气云、黑色不规则的尘埃团和耀眼夺目的年轻蓝色星球云层。M101黄色小巧的核心和明亮舒展的旋臂，使它成为巨型Sc-型旋涡星云。巨型Sc星系位于丰富的星团中心巨型椭圆星系的旁边，是宇宙中最亮的“正常”星系。范登堡按照光亮度级别把星系进行分类，提出巨型Sc星系看起来非常均匀，完全可以充当标准烛光。

M101是距离最近的一个巨型Sc星系。如果桑德奇能测到它的距离并确定它真正的光亮度，他就在200英寸望远镜所及的范围内有了一个标准尺度。然后哈勃常数就唾手可得。

桑德奇和塔姆曼的工作从仔细观察M101中造父变星发散状的星道开始。结果没有观察到造父变星，这说明这个星系的距离太远了，造父变星暗淡得消失在底片的云雾中。下一步他们要寻找M101中超巨型星球，但没有找到比21等更亮的星球，这再一次表明这个星系太遥远了。旋涡星系的旋臂充满了明亮的氢气云，但桑德奇和塔姆曼对氢气云的测量还没有延伸到像M101这样大、这样亮的星系上。

所以他们放弃了这个主星系，转向环绕在它周围的一些小星系：圆形的白矮星和不规则的星球。桑德奇和塔姆曼测量了那些较小星系中氢气云的直径。根据测量结果，天文学家们认为整个星系群的

距离，也就是假设的大风车M101的距离是2200万光年，远得连哈勃做梦也不会想到。

这意味着，M101有一千亿颗星球那么亮。但它就真是标准烛光吗？

桑德奇和塔姆曼继续进行着这场宇宙蛙跳游戏中的找寻与测量。他们测量了M101中氢气云的大小，利用测得的结果，把氢气云大小和其所在星系亮度的关系扩展到巨型ScI等级的星系上。在更遥远的巨型Sc星系中，氢气云的相对大小与红移成一定的比例关系，这说明，这些云层确实是一个很好的标准尺度。在桑德奇和塔姆曼计算那些星系的距离时，意外地发现巨型旋涡星系竟然大体相似，都约有1000亿个太阳的亮度。它们的确是理想的标准烛光。离既定目标不远了。

有了这个起决定作用的星系M101，很多东西就变得清晰了。桑德奇测到的银河系距离比先前所有的估计都要大，这说明宇宙的体积比任何人想像得都要大，因而年龄也更大。哈勃常数不是100，甚至也不是75，更有可能是50公里每秒每兆秒差距。宇宙有可能是200亿岁。这个结果很让人舒心。根据放射性元素的年龄，对最古老的星球和星系年龄的最新推测也表明宇宙是几百亿岁。当桑德奇和塔姆曼最终完成研究时，这三个“钟表”的接近程度会告诉他们宇宙膨胀的速度减慢了多少，以及宇宙是否会永远膨胀。

现在剩下的工作就是无奈地坐下来，整日整夜地分析天空中这些小得像斑点的“海星”的红移和光度。经测量巨型旋涡星系的红移是每秒21 000公里，是假设的室女星团距离的10倍。

哈勃常数的研究把桑德奇带到了中年。1970年他的母亲死于肺癌，他把烟戒了。一年后他的父亲再次结婚。据塔顿，桑德奇200英寸望远镜上的前任夜班助理回忆，“1968或是1969年以前，他还是相当平和的。以后他变得越来越兴奋。”

“这就像建一座房子，”桑德奇继续说，声音很平缓，“这是干工程，总会遇到困难，并不总有你在书中读到的兴奋。你看底片，

测振幅，星球好像在底片的下面闪烁晃动。你得到了它们的周期，嘿，还真想不到，你还要得到它们的距离。了不起的地方在哪儿呢？测量距离是件不可思议的事情，因为你几乎不能相信你能完成它。但其实这里面也没有什么神秘的。”

1972年桑德奇和塔姆曼利用不断增加的庞大数据得到了有关宇宙命运问题——它是否在不断膨胀——的初步答案。然而这个答案不是桑德奇那些年一直在期盼的答案。这个答案是对得克萨斯大学的一些天文学家写的论文作出的反应。他们的论文支持宇宙组成的一种异端邪说的观点，就是宇宙中的每一个结构是一个较大结构的一部分，后者是更大结构的一部分，无穷无尽。这就意味着，宇宙没有确切的体积，而且哈勃常数随距离变化而增大。这个观点与哈勃和桑德奇所信奉的公认的理论大相径庭。公认的理论是，星系在太空中基本是平均分布的，只是个别地方偶尔形成大块儿，而且哈勃常数是可以测得的。

桑德奇立刻进行了反击。“不知为什么，我觉得必须要回击那些批评者，那是我一生中少有的几次反击之一。”他说。于是他派塔姆曼和爱德华多·哈迪到威尔逊山图书馆，在那里他们花了18个小时数了兹维基目录中所有的星系，共有3万条。正如桑德奇预想的，这些统计数字——不同光度的星系数量——支持了哈勃传统的星系分布的观点。“我们花了两天时间写了一篇论文，那真是一件不可思议的事情，那几天着实让人激动。”桑德奇回忆说。

在那一周里，桑德奇第一次顿悟出，如果宇宙中有很大的质量聚集，比如像巨大的室女星团，那么这些星团的额外引力会使宇宙向一边偏斜地膨胀。使在室女星团这样的巨大星团附近的星系有被拉回去的可能。这给他出了难题。桑德奇认为他的理解是，宇宙并不是向一边偏斜地膨胀的。所有的数据好像表明，哈勃常数在通往室女座的来回两个方向上是一样的，好像星团引力作用下的拉力并不存在。哈勃运动是“无声的”。这怎么回事呢？他能想到的惟一答案是，宇宙中的引力几乎不起任何作用。星系静静地从室女座这

样的大块星团旁飞逝而过，没有一丝颤动，没有一点偏离。这说明，宇宙中没有足够的引力能使星系飞离的速度减慢，它们最终不可能回来。太空如此平坦，q0如此缓慢，星团似乎没有任何变化。星系之间不知道彼此的存在。它们是自由的，宇宙会永远膨胀。

然而其他的研究，特别是涉及桑德奇钟爱的哈勃图表的研究，仍然指向一个封闭的宇宙，认为太空是极其弯曲的，在时间终结时会像一个巨大的黑洞吞掉自己。已知的数据指出了两条道路，自然界似乎对二者都有钟情。桑德奇的结论是，对于天地万物的命运，仍没有明确的指示，但离作出最后决定的时刻却不远了。

10

无尽的告别

宇宙的命运，是宇宙学中最难回答的问题。“宇宙的命运”——一个人要有多么大的勇气才敢说出这几个字？这几个字意味着什么呢？现在有两种观点：开宇宙与闭宇宙。哪一个更荒谬呢？一个人能预测所有存在物的未来，或是存在本身的未来——这个想法多么的荒唐和蛮勇。也许还有一个同样荒谬的想法：宇宙可能有一个开端，天空是其轰轰烈烈诞生的证明。被桑德奇称为宇宙学的问题，自从哈勃以宇宙的膨胀作为研究宇宙学的起点以来，吸引了许多天文学家以及关注他们的人的注意。宇宙会继续膨胀，星系永远向外飞离呢，还是宇宙会逐渐放慢膨胀的速度，最终往回收缩，同时，星系在最后的大震荡中重新聚合到一起，而这个过程就像那个使宇宙形成的大爆炸的回放。“存在”会在时间的最后一刻消失在黑洞里吗？如果是这样，宇宙能从粉末状的灰烬中像凤凰一样再生吗？20年来，每一个天文学的新发现，每一篇新论文，或是报纸星期日副刊的文章，都围绕着这些问题讨论着——宇宙的命运到底意味着什么？

桑德奇希望能够从哈勃图表中找到答案。利用这个图表，对在不同距离的、极其相似的星系——所谓的标准烛光——的红移速度进行比较，来判断宇宙膨胀速度是否在减慢以及减慢的速度。哈勃图表似乎表明，宇宙是闭合的，终有一天，也许600亿年以后会坍塌。在内心里，桑德奇想相信这个结果，想相信他正在找到那个伟大的答案。但是当哈勃图表自身存在的那些烦人的问题被人指出时，他这个信念受到了挫伤。

另一方面，他和塔姆曼研究哈勃常数取得的初期数据表明，宇宙在所有的方向上是均匀膨胀的，无论是朝着星系聚集的方向，还是远离星系聚集的方向。这说明，宇宙中的引力不足以影响膨胀。星系在孤独而自由地飘移着。答案在哪里呢？答案好像深埋在阴影里，或致命的错误中。

对宇宙进行系统梳理似的研究是漫长而枯燥的工作。桑德奇在远没有看到曙光的时候就失去了热情。然而70年代初，曙光就要来临。正当他埋头于哈勃图表，与塔姆曼继续在宇宙中并肩前行时，新一代的宇宙学者成长起来。他们可不愿等上几十年让别人找到答案。

1967年桑德奇到得克萨斯大学作宇宙学的讲座。在他讲话之前，一个年轻的女研究生站起来，向听众宣布他们将听到的一切都是错误的。桑德奇惊呆并震怒了——一种他永远不能忘记的震怒。“他喜欢有些夸张的回忆，”塔姆曼说，“当时她是一个研究生，而阿伦已经是阿伦了。”

让桑德奇一生难以忘记的这个女研究生是比阿特丽斯·廷斯利。她个儿不高，黑色的卷发，性情和外貌活像动画片中的花生小人露西。廷斯利只是许多天文学者中呼声最高的一个，他们都认为桑德奇的标准烛光——巨型椭圆星系——并不标准得足以揭示宇宙的命运。一方面，桑德奇和廷斯利的争论是技术上的争论，即在椭圆星系中，哪一种星球会产生最多的光，是红巨星还是普通的燃氢星球。另一方面，这场争论是有关宇宙命运的争论。她和桑德奇准备用接下来的10年进行决斗。

廷斯利走上宇宙学的道路是几经周折但却坚定不移的，一旦投身进去，决不反悔。她原名叫比阿特丽斯·希尔，是圣公会牧师的女儿，出生在闪电战时期的英国剑桥，后来在新西兰长大。在新西兰，她的父亲逐渐参与了政治。她的父亲后来写到她时，说她是一个有着牛顿才思的天才，并能付出巨大的辛苦。

她的两大爱好是音乐和数学。在基督堂市的坎特伯雷大学读书

时，她每周有四个晚上在室内乐团里演奏。她还着迷于物理学，认为物理学能把纯数学诱人的高雅和一定的实用性结合起来。她说她学会了“怀疑一切”。1962年她获得硕士学位，与研究大气层和极光的物理学家布赖恩·廷斯利结婚。当布赖恩在达拉斯的西南高级研究中心找到工作时，她就跟随他来到了美国。

她带有从新西兰获得的奖学金。决定涉足天体物理学以后，她谋到了在一个达拉斯中心数学小组的职位。她报到时正好赶上得克萨斯第一届研讨会，看到惠勒、施密特、格林斯坦、戈尔德、霍伊尔一伙人正在就类星体和奇点的问题争论不休。

很快，她发现达拉斯的生活在科学和文化气氛上有些沉闷。尽管她喜欢到各地旅行，在广博的见闻中寻找乐趣，但她对南方的人权状况感到惊讶。廷斯利是一个在她的时代里显得有些超前的女权主义者。她不适合在达拉斯做一个科学家的妻子，甚至因为拒绝为客人煮茶而引起了一些小小的议论。她更喜欢和别的科学家，和那些男人们打交道，但很快这也让她感到厌倦。相对论仍然只是那些核心理论家们的数学游戏。

当她和布赖恩没能怀上孩子时，她到离家200英里的奥斯汀的得克萨斯大学研究生院学习。那里的天文学系正由精力旺盛的哈洛·史密斯创建，他聘用了法国天文学家杰拉德·德沃库勒尔。廷斯利每周两次往返于家和学校，并开始论文的写作。根据自己的专长，她把论文题目定为星系的演变。就是在这里她和桑德奇交锋了。

他们争论的焦点是哈勃图表。桑德奇认为，哈勃图表表明宇宙是闭合的。然而这个结论要取决于当椭圆星系年龄变大和它们中最亮最蓝的星体燃烧尽时，图表对于它们变红变暗的假想趋势作出多大程度的修正?这些星系会有多大的改变？根据观察和对H-R图表的理解，桑德奇认为还没有足够的理由能改变全部的结论。

廷斯利对桑德奇的结论并不感兴趣，事实上不只她一个人认为这个结论是基于偷懒的思考。论文中，她从理论的角度探究这个题

目，试图弄清各种各样的星体在变老的过程中是怎样演化的，它们的整体性质是怎样改变的。她的答案颇具说服力，足能把哈勃图表闭宇宙的论断改为开宇宙。

在与一个“匿名的权威人士”进行了长期的斗争后，廷斯利的论文于1968年发表，其中的宇宙学部分做了大量删节。廷斯利的朋友们说，桑德奇拒绝接受她的结论。他只是视它为不存在。廷斯利对桑德奇的反应感到纳闷，但她是一个好战的勇士，这使她倍加努力地工作，发起了星系演变课题的研究。

她和布赖恩领养了几个孩子，写完论文后她在达拉斯的家照顾孩子，把宇宙学研究作为副业。她还参与了反战运动和零点人口增长运动。同时，她继续与桑德奇为敌，致使桑德奇曾经对同事讲，他每次都是颤抖着翻开廷斯利的新作。

1972年，廷斯利不满足对桑德奇的这些挑衅，亲自来到加州理工学院和帕洛马尔山的威尔逊天文台。

把她带到那里的是加州理工学院教授吉姆·冈恩，这个人很快成了后来年轻的宇宙学四人小组的第二个成员。“桑德奇从一开始就不喜欢比阿特丽斯，”一天下午，他在普林斯顿的大办公室里回忆说，“她是对的，而且她知道这一点。她很自负。”

冈恩身材消瘦，现在有些秃顶，脑后留着长长的棕色卷发，长着浓密的山羊胡，戴着方形的金属边眼镜。他是1961年作为研究生来到加州理工学院的，之前他在赖斯学习物理学。他是在写博士毕业论文时，遇到桑德奇的。他的论文是关于宇宙中的背景光线，以及光线的粒状图案是否可被用来识别宇宙模型的问题。冈恩觉得桑德奇很有意思——“他信仰宗教，一个与众不同的人”——但是他们的关系很疏远。“桑德奇以不喜欢学生而著称，”他用牛津剑桥的声调讲话，以掩饰他得克萨斯的乡村口音。“我从来没有想过替他工作。再说，威尔逊天文台从不接收学生。”

冈恩在两年的军役期中，被派往加州理工学院的喷气推进实验室（JPL）参与太空飞船仪器的建造。之后他去了普林斯顿。1970

年，他回到加州理工学院讲授罗伯逊的过时的课程。在喷气推进实验室的时候，他制造了一个小型的能研究行星的电子分光镜，结果这个仪器也能很好地观测暗星系。借助这个仪器，他投身到观察宇宙学的前沿领域。在这个学科中，科研进步要极大地依赖于仪器的完善。巨型200英寸望远镜燃起了一次革命，比照相底片更敏锐更有效的电子测光器会燃起下一次革命。冈恩的高超技艺为人们所羡慕，他能设计制作最先进的仪器，能在下雨时进行观测并作出理论计算。在强调超凡的专业知识的时代，他是少有的全才型的天文学家之一。

一次，当桑德奇被问及谁是世界上最优秀的天文学家时，他回答说，“哦，年轻的吉姆·冈恩干得非常出色，如果他坚持下去，有可能位居第二。”

1970年冈恩宣布无论在宇宙学领域，还是在帕萨迪纳，没有什么是神圣不可侵犯的。于是他和贝弗利·奥克，加州理工学院的另一位天文学家，决定研究那个让人琢磨不透的哈勃图表。他们申请使用200英寸望远镜来完成对明亮的椭圆星团的最新观察。“桑德奇不涉及这个领域，”冈恩说，“我们并不认为这是对他的直接攻击。”

当然，桑德奇认为是。当格林斯坦冲进类星体的研究时，他就这么认为。当他反对冈恩用200英寸望远镜研究实际上是属于威尔逊山和他的项目时，受到了压制。毕竟，科学领域的一贯传统是，每个人的工作都要接受别人的审查。

但是，按照君子约定，他们没有共用一个天文台。

桑德奇对手的研究走在了前头。冈恩一直关注廷斯利的工作，他觉得他们需要一个理论工作者，来弄清楚基于测量的银河系演变的后果。于是1972年，他安排廷斯利来帕萨迪纳几个月，这给她摆脱家务束缚后的生活带来了新的自由。他们成了好朋友，也成为学术上的同盟者。

这样在帕萨迪纳就有两支攀登帕洛马尔山的宇宙学队伍，他们除了在专家报告和各种期刊中发表措辞激烈的文章以外，互相从不

讲话。最终，桑德奇就哈勃图表发表了系列论文共8篇，在《黑尔天文台》杂志的年度报告上，桑德奇和廷斯利在演变的修正问题上做了对立的陈述。

那个反叛的宇宙学小组的下一位成员是1972年夏天在英国剑桥吸收的。那年夏天冈恩拜访霍伊尔学院，和另一名访问学者戴维·施拉姆一起旅行，聊天。施拉姆长着红色的头发，性格开朗，有些粗笨。他是福勒的研究生，同时也是加州理工学院的摔跤教练。他是核合成的专家并对大爆炸感兴趣。

回想一下，皮布尔斯曾指出，大爆炸中产生的氘（氢的重同位素）的数量对早期宇宙中核物质的密度极其敏感。确切的计算已由霍伊尔、福勒和罗伯特·瓦戈纳在60年代末期完成。然而，只有最近的太空技术才使对星际氘丰度的测量成为可能，进而使密度估算成为可能，这个密度就是宇宙刚刚形成几分钟时的质量密度。结果非常确定地表明，宇宙还只需要十分之一的质量就能产生足够的引力使宇宙重新坍塌。这意味着，宇宙会永远膨胀。施拉姆对用核合成的数据解决宇宙学问题的热情极大。

冈恩对施拉姆的印象很好。冈恩与加州理工学院的博士后J·理查得·戈特合作的星系和星团的动力学研究得出相似的结论：总体上，星系既没有那么重，也没有那么多，不足以控制宇宙的膨胀。

那年秋天，施拉姆和廷斯利在得克萨斯大学讨论要写一篇论文。正好戈特来参加一个研讨会。他们四个人决定联合起来写一篇论文，重申一个重要的论断：宇宙是开放的。并想说明，惠勒的大挤压，也就是物理学定律的坦聚，在宇宙中是不可能的。他们研究中的大部分数据不是新的，而且很多也不是这些年轻科学家的成果，但毕竟这是第一次有人把所有的证据集中到一起，并勇敢地提出自己的观点。“我们有点像小顽童，想打破传统，”施拉姆笑着说，“一个动力是我们发现哈勃图表不是解决宇宙学问题的最好办法。”

这是一个让人畏惧的四人组合。戈特是肯塔基人，一张圆脸，讲话的声音又低又长，是小组中最年轻可能也是最深沉的一个。他是纯理论家，专攻相对论和爱因斯坦的生平，擅长设计奇怪的宇宙。有个著名的例子，他的理论认为，在大爆炸的一刻，宇宙分裂成三个部分：一个普通物质的顺时发展的宇宙一，个反物质的逆时发展的宇宙和一个超光速粒子（假想的速度大于光速的粒子）的宇宙。这些宇宙不会连接到一起。

施拉姆是物理学家，是把宇宙视为物理学问题的新生代的代表，也是最具攻击性的一个。冈恩是四个成员中最接近著名的“桑德奇式”的天文学家，是最博学的一个。至于亭斯利，“比阿特丽斯，”冈恩深情地叹了一声，目光中流露出悠远的神情，“比阿特丽斯是我们的粘合剂。”

大部分的写作是由她完成的。四人小组论文的题目是《一个松散的宇宙》。如果说桑德奇的散文体论文读起来像权威发出的冰冷的宇宙呻吟，那么廷斯利的语调就有年轻人略显鲁莽的干脆。论文的开头引用了罗马哲学家卢克莱修的话：

> 不要由于让人惊惶的新颖，就停止大脑的推理，停止用敏锐的判断去权衡。如果你认为是真理，就向它屈服。如果你认为是谬误，就奋起抵抗。因为我们的大脑想用推理去发现，在这个世界壁垒以外的无限太空中存在着什么……那么，我要说的第一点是，在宇宙所有的维度上，无论这边，还是那边，无论向上，还是向下，都没有尽头。

廷斯利和她的盟友探索了一条研究宇宙学的新途径。他们不再问，时空的弯曲有多大？这是一个涉及天文学中神秘的不确定性和哈勃图表复杂性的课题。他们的新问题是，宇宙是否有足够的重量和密度把自己拖回毁灭？

根据弗里德曼的宇宙膨胀公式，存在一个质量能量的临界密度——相当于一立方米一个氢原子。如果宇宙的密度比这个密度大，它就会最终停止膨胀而坍塌；如果比这个密度小，星系就会永远地

向外飞离。公式中，宇宙的实际密度与这个临界密度的比值用大写的欧米嘎（希腊字母表中的最后一个字母，王国的象征）表示，写出来像马蹄铁的形状Ω。从数学上讲，在没有爱因斯坦那个讨厌的宇宙常数的宇宙中，欧米嘎恰好是q0的两倍。欧米嘎正好是1.0，也就是在临界密度时，对应的是q0等于0.5的宇宙：太空是平坦的，宇宙在边缘处保持平衡，它会在无限的时间后停止膨胀，星系像扔出去的石头以逃逸速度向四处飘移。如果欧米嘎小于1.0，宇宙会永远地膨胀。如果欧米嘎大于1.0，引力会在遥远的将来使膨胀减慢，直至停止，然后宇宙会重新坍塌，最终在大挤压中吞掉自己。实际上，他们的论文把欧米嘎视为宇宙学中新的圣杯。

为了测得欧米嘎，天文学家需要找到太空的一个合适的象征体积，越大越好，但也没有必要测量类星体，然后把它内部的所有质量相加。戈特、冈恩、施拉姆和廷斯利（按名字的字母顺序排列）认为，无论怎样相加宇宙内部的质量，得到的欧米嘎值也是令人失望的小——比1.0小得多——因此，闭宇宙的可能性很小。

测量欧米嘎值的一个方法是，把星系中所有的光相加。产生那些光所需的全部星球的质量仅是临界质量的0.01。预测星系质量的一个较有效的方法是，分析它们的运动以及它们成对儿或成群地互相拖拽的方式。这个方法包括了星系中黑洞、暗星体和其他暗物质的引力作用，这样就使星系的质量增加了10倍（很显然，星系中大部分的物质是不发光的），但测得的欧米嘎值也仅为0.1。按四个人的说法，由于密度太小，宇宙不可能闭合。

测算欧米嘎的最后一个方法是测量氘。施拉姆的思路是他们论证的重要部分。氘的妙处就在于，只要它通过了大爆炸时的热核反应锅，无论它形成今天的什么物质，无论存在于黑洞、尘埃还是发光的星体中，对于计算没有任何影响。只需确定在某个宇宙样品中氘的相对丰度，天文学家就可以直接计算出宇宙在形成几分钟时物质（普通物质，也就是中子和质子）的密度。利用氘丰度测得的结果和利用星系测得的结果一样：欧米嘎值只有0.1。

他们的结论是，“最后的(有关宇宙命运的)判决还没有到来，但也许审判团的态度逐渐变得明朗起来。”

他们这篇论文得到发表的时间比写作的时间还要长。1973年，他们首先把论文寄给《自然》杂志，结果被认为“不合适”没有发表。最终在1974年12月，论文在《天体物理学》上得以发表。

如果廷斯利和她的朋友们是正确的：宇宙是开放的，那么可以说桑德奇在宇宙学研究中受到重重的一击，也标志着哈勃道路的结束。但实际上他没有受到多大打击，这场比赛可以说是两人同时到达终点。桑德奇的研究是传统的哈勃式的纯天文学研究。1961年，他设计出研究哈勃图表棘手的不确定性的一个新办法，称之为时间尺度测试。这种方法是比较两个独立的“钟表”，测量宇宙膨胀减慢的速度。球状星团是第一个钟表。球状星团由星系中，也许是宇宙中最古老的星球构成，找到测出它们年龄的办法是他的第一个重大成就。他说，假设你知道那些最古老的星球的年龄。因为宇宙的年龄不可能比居住其中的成员年轻，于是他得出，宇宙的年龄至少有几十亿岁。

第二个钟表是宇宙的膨胀。如果他能测出宇宙的膨胀速度，就可以计算出星系以目前的速度是用了多长时间形成现在的相互位置的。这可以让他对宇宙的年龄再有一个估算。宇宙和人一样，肯定在他年轻的时候比现在成长得快。因此基于现在膨胀速度的第二个钟表得出的宇宙年龄比球状星团钟表得出的要大。通过比较这两个“钟表”的读数，桑德奇可以确定引力使膨胀减慢了多少。比如说，如果球状星团是50亿岁，那所谓的哈勃时间就是100亿年。桑德奇推测宇宙的膨胀速度比它诞生时至少减慢了一半；以这样的速度，宇宙很快会完全停止下来，然后倒转。有了这两个“年龄”，他就可以得出q0公式。

事实上，对哈勃常数的研究是寻找宇宙学中两个神圣的数字之一，而结果桑德奇获得了两个丰收。

桑德奇和塔姆曼基于他们对旋涡星系的研究，得出最后结论，

哈勃常数是57公里每秒每兆秒差距，允许加减15%。[1]随后，对星体理论作出的调整使毕宿星座的位置远了很多，于是宇宙中其他的一切都变得更远更大更亮。哈勃常数甚至变成50。

这后一个数值使所谓的哈勃时间变为200亿年，这就是宇宙自诞生起如果以相同的速度膨胀且没有减速情况下的年龄。如果这是宇宙的最大年龄，那么最小年龄是多少呢？当然不会比星球年轻。根据桑德奇的最新计算，年龄最大的球状星团的星球是140亿岁。他又增加了10亿年作为星系形成的时间，于是得出的两个年龄非常接近。宇宙膨胀根本就没有减慢。而且永远不会减慢。

1975年3月，在《天体物理学》杂志上，桑德奇写下了这样的文字。

> 从分析中，我们得出结论，如果H0的值为……如果球状星团的年龄是140亿岁，那么H0的值为……如果球状星团的年龄是140亿岁，那么q0不可能大到1。它可能会小到0.03，在这种情况下（a）大部分的质量在星系中，（b）宇宙只形成一次，而且（c）膨胀永远不会停止。

在廷斯利和冈恩的阵营中，尽管他们虚张声势，但在得知那个老头得出的答案和他们的一样时，还是舒了口气。“真是个糟糕的惊喜。”桑德奇对《时代》杂志说。

那么对哈勃图表所证明的闭宇宙这个矛盾的观点怎么解释呢？在大多数天文学家的眼中，廷斯利赢得了这场争论的胜利。基于巨型椭圆星系的哈勃图表过时了。争论的焦点转移到一个有关在椭圆星系中什么样的星球能产生最多的光的技术性问题。廷斯利认为，问题的答案能决定星系是否随年龄的增大而急剧变暗，从而有必要对哈勃图表及其传递的闭宇宙的观点进行重大的修改。桑德奇认为产生最多光的是普通的燃氢星球；而廷斯利认为是红色巨星——星球在燃尽氢以后，离开所谓的主星序时经历的一个演化阶段。

---

①哈勃允许该常数的不确定性比这个大10倍。

1974年，现住在俄亥俄州的天文学家杰伊·弗罗格尔对椭圆星系进行了红外线的观测，在它们的光中发现了红色巨星的确凿证据。廷斯利是正确的。

塔姆曼收到了弗罗格尔寄来的论文稿。“我打算搞一个讲座，”塔姆曼解释说。“我打电话问阿伦，‘我可以说宇宙是开放的吗？’”

“‘当然可以。’”他没有生气，甚至没有不高兴。你看，当他面对数据时，有多么大的灵活性。那以前，q0一直是0.5左右。一夜之间它就改变了。”

实际上，桑德奇很光彩地完成了自己的探索。当他想到最终的结果，是对先由哈勃然后由自己潜心几十年进行的宇宙学研究的伟大证明时，他的失望得到了一些缓解。弗里德曼方程奏效了。时间尺度吻合了，这是个奇迹。对他来说，这个答案不算什么，重要的是竟然还有答案。如果这个答案不是理论学家们最满意的呢？我们生活在弗里德曼的宇宙里。最简单的模型发挥作用了，但这好像与上帝无关。

“所以宇宙会继续永远地膨胀下去，”桑德奇说，“星系会分散得越来越远，一切都会消亡。事情本身就是这样。至于我是否感觉孤独根本不重要。”

开放的宇宙赋予了孤独新的含义。它展现的广袤的时空领域是人类从未想像过的，无穷的奥秘使至今为止的宇宙历史只不过是沧海一粟。如果说闭合的、颤动的宇宙给物质的存在带来一声像相互碰撞的铙钹似的巨响，那么开放的宇宙则像甲壳虫乐队的那首《生命中的一天》曲终时钢琴上的和弦，是光与声劲爆的宣泄，于是宇宙颤抖着，喧嚣着缓缓消失在黑色苍穹中。

在这个场景中，天启会分阶段发生。先发生的事情是星球烧尽，星系消失。太阳在仅仅50亿年后会耗尽氢，肿胀成一个红巨星，地球变成了一片黑色的灰烬。1 000亿年以后，银河系将成为星球尸体的坟墓，满是黑洞、中子星和白矮星。在10^{18}年里，这些星体将在以前星系的中心聚合成一个巨大的黑洞。10^{27}年以后，星团中所有

的星系会融合为一个超银河系的黑洞；宇宙将由在死寂冷清的太空中互相奔离而去的黑洞组成。10^{100}年以后，这些是太阳重量几十亿倍的黑洞将会蒸发。宇宙中留下的只是相隔几兆光年的朦胧的、稀薄的粒子和辐射池。

还会发生什么情况，要取决于你对神秘的物理学理论的态度了。比如，一些充满想像的粒子物理学理论会预测，10^{30}年以后，质子（原子和所有普通物质的基本构成块儿）会变得不稳定，有放射性地嘶嘶响着飞离而去。宇宙中除了很轻的垃圾粒子以外，什么也没有。还有一些科学家的想像是，在遥远遥远的未来，会形成由这些垃圾粒子——以今天宇宙半径的距离相互转圈的电子和正电子——组成的假原子。他们指出，无论宇宙显得多么庞大和空旷，它也不可能完全空空如野。根据不确定性原则，总会有真空波动，宇宙至少在微观意义上是有生命的，尽管没有人能看到。

在这样的宇宙中，未来的生命是什么样子的呢？想像力丰富的弗里曼·戴森认为，文明会通过挖掘从旋转的黑洞中汲取的能量，而几乎无限地维持下去。当然，如果它们中的质子同时在衰变，这个设想就没有意义了。他的结论是，原则上没有什么东西能够阻挡生命的继续，只要它能对遥远未来无限变慢的节奏做出调整。

惠勒是个永远的预言家，认为无限衰变的观点，也就是说单向发展的宇宙自从诞生就不会消亡，无论在美学上、情感上、还是在理性上，都是没有品味的。这是不对称的。这就像被困在橄榄球馆里，而主办球队还没进入四分之一决赛，还要等好长时间一样。永不消亡的宇宙不可能再生。一切都没有重生的机会。那么，使存在有意义的东西在哪呢？惠勒坚持认为，在某一时刻的某个地方，可以找到使欧米嘎值增加，从而使宇宙闭合的那个额外质量。

不只他一个人有这样的想法。开宇宙的重要证据是有说服力的。然而1974年，在得克萨斯研讨会的一天晚上，《纽约时报》记者沃尔特·沙利文请一些天体物理学家吃饭，让他们就开宇宙还是闭宇宙进行投票。据他讲，投票结果一致认为是闭宇宙。而1974年以后，

寻找另外90%的宇宙成为宇宙学的主要课题之一。

廷斯利是那些“喜欢”开宇宙的少数天文学家之一。“仅仅因为感觉更好一些，就认为宇宙是开放的，这样的态度不是真正科学的态度，但是我对这个可能性是很偏爱的。”她给父亲的信中这样写道，“在某种意义上，宇宙犹如生命，我想我已深陷宇宙永远膨胀的想法之中，而不仅仅是空间无穷大。”

在另外的文章中她写道，“我不认为受情感的驱动是个缺点。促使你想出适用理论的那种动力或是灵感，不是情感又是什么呢？只有当一个人因为感情用事对自己的理论过于专注而对其他理论视而不见时，情感才帮了倒忙。”

另一个没有参加寻找失踪的质量的人是桑德奇。“不知为什么，我喜欢它是闭宇宙，”他有些踌躇地承认，“就是这样，但是想到宇宙只形成一次，某种意义上，这使事情变得更加神秘。许多问题已超出了科学的范围，第一个微秒以前发生了什么情况，为什么、又是怎样变成后来的情况的呢？”

“这要比认识人体化学平衡的异常复杂性神秘得多。你划破一个口子，为什么白血球能确切地知道去哪里愈合伤口呢？这是个奇迹。我不认为这是适者生存的道理。这是一个完善的机制。我也搞不清我在说些什么，下一句该怎么说。”

“不管你怎么理解，我的意思并不是要引出上帝的存在。某种意义上，牛顿定律就是上帝。我觉得一切都是那么合理，那么异乎寻常的美丽和神秘。”

这种思维经常出现在桑德奇的谈话中。他认为世界太神奇了，不可能都是偶然。有时，他也谦虚地承认，对于经常大谈特谈的演化论知之不多。1975年，他与加州理工学院新闻部主任格雷厄姆·贝里一起吃饭时，饶有兴致地聊到了宗教的话题。他们旁边桌的一对夫妇听起了他们的谈话。然后，那位先生站起来，说自己是个牧师，问是否可以参加他们的谈话。他以为桑德奇也是个牧师。他的话吓了桑德奇一跳。

“我自己也不知道应该怎样解释。”他在1977年描述科学与宗教的神秘关系时这样说。那时，对星球的探索一直困惑着他。

“如果你相信宇宙学是严谨的科学，那么你就可以追溯一件过去发生的事情。而这个事情只有科学才能描述，只有宇宙学才能解释。极早期的宇宙形成自一个完全不同的状态，这就是造物。在科学的范畴内，对于造物没有人能比《物种起源》阐述得更加详细。”

“我认为整个宇宙的合理性是一个谜。牛顿和爱因斯坦的方程本身就是世界的一大谜。在这个意义上，我很相信宗教。”

经过25年的研究，桑德奇的工作没有转机。在塔姆曼看来，每当桑德奇做出一些成绩的时候，他的心境是最坏的。成绩带来的喜悦只能暂时缓解巨大的工作压力，一旦喜悦过去，被塔姆曼称为的“自然界的债务”就又会压在桑德奇的头上。他就开始麻烦塔姆曼，让他继续下一步的工作。

桑德奇投入了新的研究项目。他要完成对天空中1 300颗最亮星体的红移的测量。这项工作早在1932年就由哈佛的两位天文学家，哈洛·沙普利和阿德莱德·埃姆斯编入目录中。他与两位年轻的天文学者，吉姆·韦斯特法尔和杰罗姆·克里斯蒂安合作，重新研究哈勃图表。他们用高敏感度的新型电视系统重新测量椭圆星系的光度，这是桑德奇仅有的几次涉足高科技的应用之一。

工作的压力和快节奏很快让他的两位合作者中途败下阵来。塔顿记得，在他们扩展那个可恶的哈勃图表时，桑德奇不断地给克里斯蒂安施加压力。桑德奇总觉得呆在望远镜里的时间不够，要以秒计算。他认为克里斯蒂安的效率太慢了。当克里斯蒂安在上面的观测仓进行测量时，桑德奇总是在下面的控制室里不安地徘徊，并通过对讲机向上面喊。“为什么这么慢，杰罗姆？你干完没有？你在干什么？快点儿告诉我们，杰罗姆。”

看来只有塔姆曼能够忍受桑德奇一年到头的喊叫。有一次，甚至连塔姆曼都因为不断增加的工作压力反抗了起来，有意思的是，桑德奇却感到舒服些。他总是担心会把塔姆曼折磨死，但现在他知

道塔姆曼也会反抗。

各种各样的工作期限对两人来说是个极大的压力。桑德奇感叹地说，“写论文就是把血液变成墨水。”他们每计算一次就像经历一次地狱之旅。桑德奇经常躲避各种会议，但令塔姆曼懊恼的是，一旦论文期限确定下来，他从不耽搁。“写作是生活中痛苦的事，但又不得不完成。”塔姆曼说。自然界的债务永远偿还不清。

“阿伦太有智慧，太有能量了，”塔姆曼钦佩地说，“可又太悲观了。因为他永远完不成给自己规定的职责，永远满足不了人们对他的期待。”他记得桑德奇有一次抱怨，为什么他没有受命去发现一条伟大的自然界定律呢，就像哈勃那样。“阿伦·桑德奇想成为哈勃，哈勃想成为爱因斯坦，而爱因斯坦想成为和解人，”他叹了口气，“他们都作出了巨大的贡献。”

来自帕萨迪纳外面的天文学家的竞争越来越激烈。威尔逊山垄断的时代结束了。1974年，一台158英寸的望远镜开始在图森郊外的基特峰国立天文台运行。它由一个叫天文学研究联合大学（AURA）的机构运营，由国家科学基金会（NSF）出资。几年以后，AURA和NSF在智利建造了一个相同的望远镜，打开了南部天空的视野。于是欧洲人紧随其后。在智利修建大型望远镜，实际上是威尔逊山的主意：黑尔曾梦想在南半球建一个200英寸望远镜。由于福特基金会的负责人后来当了国家科学基金会的主任，也是AURA的赞助人，威尔逊山的负责人卡内基就没能赢得福特基金会建造望远镜的资金。最后，卡内基在智利的拉斯·坎帕纳斯建了一台100英寸望远镜。新型望远镜装备有电子探测装置，比如电荷耦合器（CCD），它利用硅片收集变成电荷的光，然后由计算机解读出数据。优质的摄影感光乳剂只能捕捉到使纹理变黑的5%的光源，而CCD可以捕捉到可利用光源的50%～80%。一块小小的硅片可以把普通的望远镜变成巨型望远镜。现在每个人都可以观测到宇宙的边缘，测到红移的深度，还可以测出类星体出现的时间。而在这个时代以前可能没有星系。

即使有了这些新的设备，各种天文台还是不能满足人们不断增加的利用望远镜观测的需求。随着太空计划、类星体、黑洞和大爆炸的出现，天体物理学已经成为一个充满无限诱惑的领域。大学里每年都有新的天文学系成立，教师队伍是刚刚毕业的博士生和搞跨学科研究的物理学家。尽管科研人员的数量有所增加，实际上桑德奇却有更多的观测时间了。1977年，他在所有的山上共呆了105个夜晚。他特别喜欢拉斯·坎帕纳斯的望远镜，因为它可以一次拍出天空两个平方度以上的照片，是200英寸的41倍。

桑德奇尽量不让小字辈的天文学家和物理学家了解自己的行踪。他在圣芭芭拉大街的办公室总是大门紧闭，同时谢绝参加各种会议和研讨会。在他的办公室里，四周堆放着哈勃、巴德和赫马森遗留下的东西。当别人提问时，他总是习惯性地指着那些上锁的文件柜和装着底片的盒子，冷漠地回答，“答案在那里。”

据说有两个桑德奇，传说中还有一个。一个年轻的助手第一次遇到了阿伦叔叔。他是个暗藏幽默的擅长讲故事的人，对造物有着宗教的激情。开玩笑的样子颇像林登·约翰逊总统，喜欢戏弄年轻女士，爱喝曼哈顿产的酒。他写出的都是让人讨厌的想法和邦迪定理。很快，科学思想出现了冲突，幻想破灭，失望袭来。这个年轻的助手打败了他。快乐就像蜕掉的蛇皮一样消失了。然后出来了一个狗娘养的桑德奇，声音冰冷，肩膀下溜，灰色的眼睛半睁半闭，目光冷漠。他对室女座旁边的那片天空充满热情。他经常写诋毁别人论文和观点的权威文章，并告诉人们不要发表。他的口吻是，我们在威尔逊山……

在天文学界都谣传是桑德奇把冈恩从帕萨迪纳赶到普林斯顿，于是冈恩成为一名全职教授并领取到麦克阿瑟“天才奖学金”。冈恩对此表示否认。他说，他离开的主要原因是想逃脱无休止地建造仪器（他服军役时帮助建造太空望远镜的一个摄像机），多做些理论工作。

“阿伦不喜欢竞争。他创立了观察宇宙学这个学科，而且觉得

就应该是自己的成果。“这一点，我认为他已经觉察到了，也是我表示同情的，”冈恩皱着眉头说，“他草率地出版了很多质量不高的论文。当然他为人却是很谨慎的。”

廷斯利犹如一颗新星，随着无限宇宙的提出迅速升起，但据施拉姆讲，后来的一件事情很快改变了她的性格。1976年DC-10飞机在巴黎起飞时坠毁，机上人员全部遇难，这其中有她的一个叔叔。施拉姆说，这件事以前她一直都很快乐；这个事情以后，她好像有了更大的动力，更加坚定了努力工作的信心。

后来，达拉斯的天地对于她来说太小了。耶鲁和芝加哥都为了争取她而聘她为教授。这时由早期的西南中心发展起来的达拉斯得克萨斯大学的校长，没能满足她信中提出的晋升要求。考虑到孩子们已长大成人，不再需要她的照顾，廷斯利与布赖恩离婚后来到耶鲁，和理查得·拉森住在一起。拉森是她在帕萨迪纳认识的一个举止文雅的天文学家。

在耶鲁她成为天文学领域中力量虽小，但却不断增长的妇女队伍中的榜样和斗士。廷斯利从未丢掉过勇猛的锐气，她很难接受人们尊敬她、关注她的事实。“她从没有放弃过与世界斗争的想法。”拉森说。

廷斯利继续向哈勃图表发起进攻，在好几篇论文中奚落它作为宇宙学工具的作用。普林斯顿理论学家们的新发现成为哈勃图表可信性的最后一根救命稻草。他们认为大家都错了：巨型椭圆星系并不是按人们想像的那样随年龄的增长而变暗；而实际上有可能因为吞噬了周围离得过近的小星系变得更亮了。随后，在照片上看到了巨型椭圆星系内部的几个明亮的斑点——推测是被吞噬的星系消化了一半的核心。这些照片是银河系互相残杀的有力证明。

1977年，廷斯利在耶鲁组织了一个重要的有关星球和星系演变的研讨会。桑德奇被邀请，但没有露面。同一年，廷斯利的大腿上发现了一个肿块，结果诊断为黑色肿。廷斯利在耶鲁的日子被一场她最终没能取胜的斗争蒙上了阴影。到1980年，尽管做手术切除了

肿瘤，但是疾病已经扩散到她的全身。在生命的最后一年，她频繁地出入耶鲁医院，接受放射和化疗，与此同时她还在病房里组织研究班。

1981年，在她生命的最后一刻，她写下一首诗：

让我成为巴赫，不停地创作赋格曲，
直到有一天，手中的笔突然不再移动。
让我创作的主题驰骋在历史射来的星光、
万物的起源、演变和人生的价值之中。
让乐曲的旋律交织，
　　演变，直至与永恒的和谐融合，
　　永没有消亡，
　　永没有最后的和弦……
直到我的思维突然停止。

11

费 米 园 地

费米国家加速器实验室的总部矗立在芝加哥以西30英里的伊利诺伊平原上，它的造型像两支背对的混凝土弓箭，中间填满了玻璃。从建筑物的尖顶向外，那些夹道、小屋和大路在草原上形成错落有致的圈形图案。最大的一个圈称为“主环”，它是4英里长的地下真空管道的所在地。管道里的质子在相当于一个小城市的电力驱动下，做光速运动，然后受到挤压力形成新的物质形式。

戴维·施拉姆在《一个松散的宇宙》发表之后，来到了这个位于郊区的地方，并在皮布尔斯和泽利多维奇开创的研究项目——宇宙学与粒子物理学的互相转化——中发挥了重要作用。

施拉姆是四人小组中的核物理学家，他极力推进的想法是把原始氘的丰度作为宇宙密度进而是宇宙命运的测量计。施拉姆认为这样的推理是未来研究的方向。被寻找的答案——宇宙是开放的并将永远膨胀——不如这项技术更为重要：研究早期火球的亚原子物理学，从而了解150亿年以后宇宙大规模的特性。实际上，对于施拉姆和其他勇敢的理论学家来说，这个答案会在不到10年的时间里改变。“欧米嘎是1.0的宇宙才真正有意义。” 施拉姆告诉我。这个证据不是来自天空，而是来自基本粒子物理学。高耸的费米实验室和地下的环形管道像征着两种研究的结合：一个是对微观的亚原子世界的研究，另一个是对宏观的浩瀚宇宙的研究。施拉姆是一个天生的活跃分子和组织者，他要把自己的王国建立在界限模糊的学科边缘处。

施拉姆身高6英尺3英寸，体重230英磅（也许多说了20磅）。他

穿着东方风格的牛仔靴子，系着一条有一个土星图案的领带，那个图案在他宽大的胸前几乎显不出来。他的额头晒得黝黑，长了皱纹；红色的卷发散在前额，蓝眼睛上的白眉毛使他显得有些老成。他行动说话带有一种夸张的细致，好像是一个巨人对自己的破坏力时刻留意并有些畏惧。他习惯用低声的轻笑来缓和一下自己自负或暴躁的言辞，芝加哥一家报纸的专栏撰稿人奉承地称之为“宇宙的笑声”。我从没有见他讲话提高过声调，也没有必要。当然没有人会希望见到他发疯的样子。

施拉姆出生在圣路易斯的一个中产阶级家庭，是家里3个儿子中的老大，母亲是图书管理员，父亲是飞行员。他的父亲因为一次眼伤结束了飞行生涯，没能为二次大战效力。小戴维继承了父亲对飞机的热爱，他痴迷地读百科全书中有关航天知识的文章，并早早下定决心从事科学方面的工作，但他身边没有可以效仿的榜样。他从不做家庭作业。他学习理科和数学一点儿不费劲儿，但他担心自己在这方面的才能会让他显得与众不同或是有些古怪。

“大部分时间，我的兴趣是女孩子、体育和闲逛，”他说，“我曾想通过当一个体育明星混进社交圈。” 施拉姆成功了。高中毕业时，他是全美橄榄球队的出色球员，是密苏里州的摔跤冠军，同时还是辩论队的成员。毕业的那年夏天，他娶了中学时的女友莫林达。“我的父母并不真正满意，” 施拉姆回忆说，“但他们还是同意了。”

当时他有两个叔叔从事与“外面的世界”有关的工作，他们说服他把眼界放开，考虑的范围不要仅限于中西部那些普通的大学，去申请麻省理工学院（MIT）。于是施拉姆以优异的SAT①成绩考取了。“我认为我去不了像哈佛和斯坦福那样的地方，”他说，“我甚至都没去申请那些学校。”

麻省理工学院的建筑物是灰色石头砌成的，具有工业化新古典主义风格，建筑物上没有名字而代之以数字，简直像个迷宫。这所

①学术能力测试。

大学位于剑桥的查尔斯河畔，下游几英里是哈佛。学校墙壁的壁檐上镌刻着伟大的科学家和工程师的名字。隔着波士顿巴克湾的小河望去，学校就像一座小小的有些杂乱的城市，其中高耸的柱子和气势庞大的圆顶使人想起罗马神殿。校园中主要的通道是一条0.25英里长的、只有一个转弯的中央走廊，它从马萨诸塞大街有柱子的学校入口处一直延伸到人文科学方形的小楼，这个小楼就像章鱼触手顶端的一个趾头。

麻省理工学院里的一个奇特而又尽显繁荣的地方是一个称作沃克纪念馆的旧式咖啡厅。它位于人文科学楼的后面，有柱子的大门面对小河。咖啡厅里的墙壁上是经典的圣经故事的图画。紧挨入口处的一幅壁画格外引人注目。画面上有一个高个儿，英俊，满头白发的人，身穿实验服，站在两个冒着烟的大翁前面。一只狗在其中一个底座旁溜达。在画面的前景位置，几个分别代表工业界、政界和军界的人物围坐在一张桌子旁，带着敬畏的神情向上望着。背景是飞翔的天使。在这幅展示力量与希望的画面上方写着这样一行字：ET GRITIS SICVI DII [sic] SCIENTES BONVM ET MALVM，意为“你便能明善恶，如上帝一样”。

当然，这是撒旦的话。

1963年施拉姆来到这里时，学院的灰色高墙旁每隔一小时就有一群吵嚷的人经过，大多是男性白人。麻省理工学院称自己在理科上是一个两极分化的宇宙，或者用一个笑话的说法，是一个“瘫痪”的宇宙。“你会有一个奇特的想法，”施拉姆说，“在麻省理工学院，人文专业的学生大多数是因为理科不及格才学人文的。那个奇特的想法就是，学人文科学的人都很愚蠢，你要花很长时间才能消除那个想法。”

施拉姆婚后很快有了儿子，他第一次感到自己应该努力了，这努力的回报是他的学习成绩全是A。这期间他还打橄榄球，并成为新英格兰重量级的摔跤冠军。“我当时不知道当一个科学家意味着什么，”他说，“我不知道这意味着你要获得博士学位。我只认为当

科学家就是坐在实验室里整天和研究生打交道。但我知道我要搞物理学。”通过在核物理实验室一年的工作，并学习了由天才的菲利普·莫里森讲授的天体物理学课程，施拉姆雄心勃勃。当时恰好刚刚发现大爆炸辐射。在麻省理工学院，天体物理学是一门数量科学，它不涉及对星座和星系类型的描述，而侧重对星体的关键计算，把早期宇宙视为热核反应的压力锅。简言之，它是皮布尔斯型的宇宙学：把宇宙视为物理学问题。

施拉姆是带着把核物理学和天体物理学结合起来的抱负来到加州理工学院读研究生的。这就意味着他同时既是威利·福勒，又是格里·瓦瑟伯格的学生。瓦瑟伯格除了日常工作以外，还开办了一个被称为“疯人院”的实验室，在那里人们分析由宇航员从月球带回的岩石。施拉姆的专长是研究爆炸的星体和其中大量的核链条反应和衰变，这些反应和衰变会在星系中撒下神奇的放射性元素。施拉姆在瓦瑟伯格指导下做的第一项工作是发明一种数学方法，能分辨出像钚和钍这样寿命很长的在不同时间形成的放射性原子核，它们对今天的丰度和衰变物质是有影响的。年龄最大的钍一定来自银河系中最早爆炸的星球，所以施拉姆的方法是确定星系年龄的一条途径。根据这个方法和其他核年代学的知识，得出星系进而宇宙的年龄至少是100亿岁。这个年龄实际上与桑德奇和其他人从球状星团中测得的年龄很接近。这使施拉姆在加州理工学院名扬一时，对此他感到很高兴，因为他已经习惯于在校园里作一个“巨人”。“马尔滕·施密特和理查德·范曼知道我的名字，”他高兴地说，“他们会问我有关宇宙年龄的问题。”

对施拉姆来说，福勒实验室的气氛是令人愉快的。每周五晚上的研讨学习后都有聚会。“看着老师们喝醉酒或是追女人是件有趣儿的事。”他自视清高地咧嘴笑着说。

尽管施拉姆是个理论学者，但他也要有一些做实验的体验，于是他在“疯人院”工作了一段时间。瓦瑟伯格的科研小组对测量工作简直精益求精到极点，他们甚至担心补的牙中的银汞会掉出来

影响数据的准确性。施拉姆感到实验员的生活是枯燥的。“你辛苦工作的对象是那些细小的东西，但是对理论学者来说做一些实验是有好处的。你会知道搞科学中解决数据中的不确定性是多么的艰难。”

与此同时，摔跤仍然是他所热衷的。1968年奥运会的预赛中，施拉姆获得希腊-罗马式摔跤第二名。遗憾的是，只有第一名才能去墨西哥城。在去参加预赛的路上，他说，他打败过5名前全国冠军，觉得他们没有多厉害。“这对于树立自信心很有好处。”在后来的几年中，施拉姆是国家队员。“包括我，全国共有4个势均力敌的选手。”他曾想过放弃物理学，去当一名摔跤教练。1972年，在慕尼黑奥运会即将来临时，福勒挑选施拉姆一起去剑桥的霍伊尔学院参加每年夏季的研讨会。

在两者中作出选择并不难。“去慕尼黑我有四分之一的机会，而去剑桥我有百分之百的机会。” 施拉姆解释说。当施拉姆一家到达剑桥时，由于住处还没有安排好，他们就和冈恩一家以及参加研讨的一些老朋友在一起住了一周。就在这一周，施拉姆和冈恩开始了有关宇宙命运的谈话，这次谈话最终导致了四人小组的成立。

施拉姆是在惠勒的学生基普·索恩讲授的广义相对论的课上接触宇宙学的。那个学期他写了一篇有关大爆炸核合成的论文，这在当时的加州理工学院是一个热门话题。当然，核物理学在天体物理学中的另一个应用是确定在大爆炸时，当宇宙的高温把氢熔化成氦或者一些其他轻体元素时，到底发生了什么情况。皮布尔斯重新研究了加莫夫的一些观点。1965年，他在这些方面进行了计算。当皮布尔斯退出核合成转而研究星系的形成时，福勒受到霍伊尔的鼓舞，开始涉足早期宇宙的研究，他使用了他的博士后学生罗伯特·瓦戈纳写的一个计算机编码。

福勒的兴趣是看他的计算能在多大程度上与宇宙中观测到的氦含量相吻合。但是他注意到，在大爆炸的计算中还出现了微量的氘

（重氢）、锂、硼、铍和氦-3[①]。福勒对它们进行了记录，但主要是为了以后参考，因为这些元素的数量在他看来与宇宙研究无关。例如，在具有临界密度的宇宙大爆炸模型中，不到百万分之一的氢原子在它的核心还有一个中子，使它变成氘，但是在海水中大约每10 000个氢原子中有一个氘。1962年，格林斯坦、福勒和霍伊尔得出结论，氘和锂产生于年轻的原恒星：在60年代，大多数天文学家相信他们的观点。

1969年乘“阿波罗二号”登上月球的宇航员揭开金属薄片的窗户罩，捕捉到太阳吹出的粒子。结果表明太阳中氢与氘的比，（也可能是宇宙中其他地方这两个元素的比）是100 000:1，在大爆炸计算的范围之内。实际上，海水中的这个比值由于化学作用的影响与这个数差距很大。正在这时，法国天体物理学院的学生让·奥多兹和他的论文指导教师于贝尔·里夫斯在一篇论文中提出原恒星根本不可能产生氘和锂。奥多兹了解到阿波罗的观测结果，这个结果由一个叫约翰内斯·盖斯的瑞士人进行了分析。一次去加州理工学院的路上，奥多兹把这个结果告诉了施拉姆，他一听就像饿熊一样跳了起来。

“我们都很激动。”他说。奥多兹和施拉姆意识到阿波罗二号的观测结果意味着大爆炸计算确实得出了氘和氦的正确数量。同时，于贝尔·里夫斯的计算表明，宇宙射线的碰撞可以对锂-6和铍-9这样的微量轻体元素的产生作出解释，这一点是大爆炸和星体演变所不及的。一切都在意料之中。这使施拉姆和奥多兹信心倍增，他们可以利用大爆炸计算和最新元素的丰度了解早期宇宙。氘也是一个原始元素，落在铝箔上的氘是宇宙在形成几分钟时留下的痕迹。

当时，国家宇航局埃姆斯研究中心的天文学家戴维·布莱克对

①对一个原子的识别——它是什么样的元素——取决于它的原子核中质子的数目，或叫原子序数。核中有一个质子的氢的原子序数是1。有两个质子的氢的原子序数是2。一个元素不同的种类，或叫同位数，由它们的质子量—核中质子和中子的数量的和——决定。一般氦的核心有两个质子和两个中子，所以原子量是4。氦-3的核心有两个质子，但只有一个中子。

氘的丰度得出了相似的结论，他的依据是对陨石里气体的分析。布莱克知道皮布尔斯的研究结果：大爆炸氘的丰度对原始火球的质量能量密度，也就是对欧米嘎，是极其敏感的。换句话说，这是决定宇宙命运的关键。1971年在《自然》杂志的一篇短文中，他指出，由陨石测得的氘丰度适合欧米嘎值非常低的火球模型，这个欧米嘎值只是闭宇宙所需的十分之一；这意味着宇宙是开放的。这是这场革命中最早公开发表的一个猜测。

一年以后，施拉姆、奥多兹、福勒和里夫斯为《天体物理学》杂志写了一篇很长的论文，详细阐述了轻体元素的形成。他们认为氘极有可能是在大爆炸中产生的，因此，它的丰度可以用来测知宇宙的命运。

宇宙学向前跨越了一大步。既然氦的丰度是判断是否发生了大爆炸的测试计，那么像氘和锂这样的微量元素就成为对原始宇宙状况很敏感的晴雨表，它们的丰度可以用来探究大爆炸的详情。在大爆炸氦的产生过程中，氘是一个中间步骤。宇宙的密度越大，融合过程发生得就越快，于是产生的氦就越多，剩下的氘就越少。所以现在宇宙中存在的氘越多，宇宙就会越开放。根据那块箔窗户罩，宇宙中氘的含量很大，不可能让宇宙闭合。1973年这个测量结果得到“哥白尼”卫星紫外线观测的证实，该卫星可以看到星际间的氘从遥远星球中吸收光的痕迹，于是得出结论，每100 000个氢原子中有两个氘，这是开宇宙的证明。

并不是所有的宇宙学家都有这么大的热情。“直到测出q0，我们才能知道你们是否正确。”得克萨斯的一位资深天文学家喃喃地对施拉姆说。

施拉姆认为他的思想太保守。宇宙是一个极其简单的反应器：与其说计算展现的是数学上的飞跃，不如说是哲学上的飞跃。在这方面，他是无所畏惧的。他生性鲁莽，现在就他而言，他已把宇宙学的奥秘牢牢掌握在自己的臂弯中。他没有必要在黑暗中摸索，去试图解释从时间边缘的某个星系发出的光。大爆炸的信息遍及他的

周围——在他的身体里、血液里和胡须中。福勒的地下核实验室和200英寸望远镜一样有效，甚至看得更加清晰。大爆炸核合成给出了答案。

那年夏天，施拉姆毫不隐讳地向冈恩和其他人吹嘘他的结果。秋天，他搬到了得克萨斯大学，见到了廷斯利。随后《一个松散的宇宙》的论文就发表了。结果桑德奇的测量结果支持了四人小组的结论，也就是q0可以忽略，宇宙很有可能在永远膨胀，施拉姆的信心顿时倍增。

罗伯特·瓦戈纳现在是斯坦福的理论学家，有点儿像麻省理工学院壁画上的那个人，高高的个子，头发过早地有些花白。他与霍伊尔、福勒一起写了一个详尽的大爆炸计算的计算机程序。他的编码成为元素的一本烹饪书，氢、氦、氘、锂、硼和铍是这个菜谱的产品。但把菜谱应用到真实的宇宙中是一个要求极高的观测游戏。随着得之不易的数据越来越多，计算看起来也越来越好。最简单的大爆炸模型奏效了。不同元素的相对丰度在一个统一的模型中是相互匹配的。施拉姆承认，其中每一个部分都可能受到挑战，但是所有的观察结果加起来就成为一个虎钳形交叉的整体。“我们只是想说，最简单的解释就能解决问题。” 施拉姆自豪地说。宇宙的历史需要我们追溯到它形成后的百分之一秒，那时现在的可观测宇宙直径约有1/3光年。

原则上，根据现在三个比较严格的测度，很容易把宇宙的温度和密度推回到时间的任何一刻，推回到时间开始后的百万分之一秒或10亿分之一秒。随着宇宙的膨胀，温度和密度都以简单的数学方式下降。理论上，在宇宙形成的那一刻——奇点——是一个蕴涵无限温度和密度能量的小点。根据相对论和量子力学原理，像电子和夸克这样的基本粒子，可以在这个强能量场中和它们的反粒子结合成对。同时这些粒子-反粒子结成的对子互相结合，融合成辐射池。温度越高，产生的粒子的重量就越大。所以宇宙在大爆炸初始几秒的任何时刻，是辐射和不断生成、毁灭的基本粒子的混合体。

据1974的研究，标准模型从宇宙形成百分之一秒，温度为1 000亿K的时候开始（超过这个温度，粒子物理学家对于自然界中的各种力知之不多，无法预测那样产生的粒子如何互相作用）。那时，宇宙的密度是海水密度的40亿倍。它是一个电子、正电子、光子和一种叫中微子的有趣儿的无质量粒子组成的海洋。同时那里还有从时间更早，温度更高时创生和湮灭中遗留下来的极少量的质子和中子，它们互相冲撞，融合，再重新生成。那时的温度还是太高，粒子无法结合到一起形成原子核。

当宇宙形成约14秒，温度降到只有30亿K时，它冷却得不能从周围的能量中生产电子和正电子（已知的最轻粒子）。然后随着宇宙创生给湮灭造成的不平衡，电子和正电子的数量开始陡然下降。看来，湮灭能很有效地、无情地消除宇宙中的粒子：在初始的所有电子和质子中，只有10亿分之一的粒子能从最初的几秒钟幸存下来。宇宙中现存的所有物质、清晰透亮的图形、发光的星球、串串的星系都来源于当时存在的那一点点物质，也可以说几乎是无中生有。一旦湮灭-创生的游戏结束了，就质量-能量而言，宇宙实际上只是纯辐射。

宇宙中只要存在质子，就存在氢——它的核心包含有一个质子。在100秒时，膨胀的宇宙冷却到10亿K，这个温度冷得可以使质子和中子结合成氘的核心。随之出现的是核合成的快乐。接下来的几秒钟，氘在一系列复杂的反应中抓住游离的中子和质子，形成锂和氦。当温度降到无法使融合进行时，大约1/4的宇宙质量转化成氦；剩下的是氢和极少极少量的锂。那时宇宙的密度是海水的1/10，它的组成物是光秃秃的原子核和独立漂浮的游离电子。

当宇宙继续膨胀到几十万年时，情况一直是这样，直到温度下降到大约4 000K，就是冰冷的红色星球的表面温度时，情况才有所改变。在这个温度下，宇宙冷却得可以使原子形成：电子进入核心周围的轨道。原子对电子的捕捉使宇宙突然在背景辐射下变得透明，当时的背景辐射在可见光的波长上。整个天空像锅炉内部一样闪闪

发光。于是，物质不再从辐射中感到任何压力。正如皮布尔斯在他的第一篇有关大爆炸和星系形成的论文中认为的那样，只有在这时，无论原始混合物中有什么样的块状东西，都会在引力的作用下开始膨大，在缓慢的、不可逆转的星系形成过程中吸引其他的物质。

随着宇宙继续膨胀和冷却，宇宙辐射的波长加大，变成红外线看不到了。宇宙黑暗了10亿年。在黑暗的掩盖下，星系在成长——或是超星团变得扁平；分裂成块——气体云形成、旋转、收缩、再收缩。一连串的星球形成、爆炸、坍塌成紧凑的旋转的块状东西，然后再坍塌。巨大的黑洞可能存在于时间的第一个微秒里的断层线，周围被碎片包围。随着黑洞固定在闪闪发光的星球上，它们开始吞掉碎岩，这时漫长的星系形成的时代由类星体的闪烁而宣告结束。这个阶段为下一步更加漫长的化学和生物演化作了准备。

标准模型是成功的，它对元素进行了解释。这个模型的问题也是所有可以替代它的模型的问题：一段时间内发生的情况总要取决于先前的时间发生的情况。无论历史倒回有多远，宇宙学家们总是开路先锋，好像最有趣的事情总是发生在更早以前。

在《一个松散的宇宙》发表时，施拉姆28岁，他到芝加哥大学作长期副教授。阿莫斯·阿隆索·斯塔格是这个学校的橄榄球教练，曾获得第一届海斯曼杯，而恩里科·费米就在橄榄球馆的下面建了第一个核反应堆。这所学校是芝加哥南部的一个名牌大学才子的聚集地。这个社区的布局很紧凑。施拉姆生长在中西部的城市里，在这里他好像回到了家。他在学校的边上买了一所大房子。几年后，他和莫林达离了婚。“她选课总是不断地变来变去，”在谈到他们上本科和研究生的日子时，他这样说。他叹了口气，“我们错过了许多东西。”她最后在芝加哥大学获得了法律学位。

就在这时，施拉姆开始迷恋粒子物理学。一种叫中微子的神奇基本粒子将在宇宙学家们的生命中扮演重要角色。

中微子是基本粒子家族中最奇怪的成员，是战后发现的。它们在辐射衰变的过程中产生，被认为既没有电荷，也没有质量，所以

是以光速运动。它们与整个世界（除了引力）的惟一相互作用是通过一种“弱”力发生的，这种力可以产生某种辐射衰变。根据计算，这种力太微弱了，一个中微子可以无阻碍地通过10亿英里的水域，恒星和行星对它们来说是透明的。中微子在像太阳这样的恒星中每秒可以产生几兆个，大量的中微子是大爆炸遗留下来的，但是这种持续的宇宙雨是看不见的。它们是宇宙中驰骋的幽灵。如果把粒子比喻为人类社会，那么中微子就是亚原子世界中央情报局的密探——狡猾得让人琢磨不透。在你还没有觉察到它们的存在时，就消失得无影无踪了。它们跨越各种物质穿行，就像月光穿过玻璃。没有监狱能束缚住它们。

中微子的怪异也在大众文学中流行起来。小说家约翰·厄普代克在《纽约客》上发表了一首题为《虫瘿》的诗：

小小中微子
没有电荷，没有质量，
也没有相互作用。
地球是个愚蠢的球，
任它们在其间横行，
像灰尘在通风的走廊里下落，
或像光子把一块玻璃穿过。
它们冷落最精美的气体，
忽视最高大的围墙，
最傲慢的钢和最夸耀的铜。
在马厩里侮辱种马，
蔑视阶级的隔阂。
它们潜入你和我！
像高高的、无痛的断头台，
从我们的头部，它们落到青草地。
夜晚，它们飞入尼泊尔，
从床下钻出，

冲进痴情人和他的女郎——

你惊呼它神奇，

而我责怪它鲁莽。

施拉姆涉足中微子源于他对超新星爆炸的研究。根据一些理论，在所有不可能的参与者中，正是中微子执行了把星球吹散的任务。过程是这样的：当一个重量很大的星球燃尽它的核燃料，中心坍塌，在一秒钟内从地球大的一个铁块收缩为曼哈顿大的高密度的中子块时，超新星开始爆炸。当收缩质量中的质子和中子被挤压到一起时，几乎所有向内作用的能量都以中微子的形式释放出来，会产生10^{58}个中微子。它们的数量巨大，对其他物质不屑一顾。当大量的中微子从恒星高密度的中心像洪水一样奔涌出来时，它们产生了足够的压力把外层的星球吹向太空。

这个场景的成立要依靠弱相互作用的一个特性，叫中性流。这已经由弱力的最新理论预测出，但在70年代初还没有被观测到。如果没有这些电流，中微子不可能产生那么大的力量，把可怜的星球踢散。实际上，没有中微子，理论学家也无法对星球爆炸的方式作出合理的解释。

施拉姆感到有必要学习中性流和弱力物理学。“正是因为中性流，我才接触到粒子物理学，”他解释道。很快，他发现自己在两组科学家之间来回地获取信息。“我在天文学家中以粒子物理学专家而出名。”

正是对中微子和大爆炸的迷恋，施拉姆接触到物理学中一个最深层次的问题，即到底有多少种基本粒子？他断言，这个问题可以由宇宙学来解决。

粒子物理学的任务是发现物质的基本组成成分及组成定律。正如位于芝加哥西部巴达维亚的费米实验室刚刚运行的4英里长的真空管道所证明，这是20世纪末一项耗资巨大、振奋人心的探索。许多国家的许多物理学家都接二连三地建造越来越大的机器，给原子和粒子施加越来越大的挤压力，想看看结果如何。工作有些让人困

惑，粒子碰撞得越猛烈，所谓的基本粒子物理学家所发现的东西也就越多。

中微子是研究不断增加的物质家族的一把钥匙。最初的中微子与电子组成对。两个粒子总是一起产生，比如一个中子（在核心以外辐射不稳定）会衰变成一个电子和一个质子。中微子会与电子一起飞离。但是，一些极少见的辐射衰变会喷出一个μ子，而不是电子。μ像电子，带负电荷，但要比电子重200多倍，像笑话所说，一个有“体重问题”的电子。μ子最早是在宇宙射线中发现的，这让物理学家们有些惊恐。“谁允许这样的？”哥伦比亚大学的诺贝尔奖得主伊萨多·拉比肯定会这样问。看起来它们在宇宙的形成中不起明显的作用，只是一些垃圾粒子。

μ子也伴随着一个中微子，但这个中微子与和电子在一起的中微子不同。这个中微子中的μ子好像是与生俱来的，在随后的反应中，中微子吞掉普通物质，只和μ子发生作用。这个叫μ子中微子；带有μ子的中微子构成了物质的第二个家族。当发现了一种叫τ子的更重的类似电子的粒子时，物理学家们推测这一定是第三种中微子，是τ子中微子。

现在有3个粒子家族。一个家族包含的是我们知道的物质。那另外两个家族呢？大多数物理学理论认为，在中微子的类型数和夸克（夸克被认为是质子和中子的构造块儿）的数量之间有某种关系。随着搞加速器的物理学家推进的能量越来越大，还有多少种中微子家族等待我们去发现呢？原因是什么呢？

1976年春天，冈恩到芝加哥拜访了施拉姆。冈恩也搞了一些中微子的理论工作，所以两人的想法很接近。当两人在黑板上随便写着大爆炸的公式时，突然有了一个新的发现：公式中有一个因素是中微子的类型数。宇宙中中微子的类型数越多，产生的氦就越多。施拉姆和冈恩意识到，他们可以把公式倒过来。如果知道大爆炸中产生了多少氦，就可以计算出有多少种中微子，进而就知道了有多少个基本粒子家族。如果宇宙中有25%的氦，这个答案就是7或小一

些。这意味着，不管物理学家把加速器造得有多大，多有效力，他们的探索终有一天会走到尽头的。对物质构建块儿的点名阶段不会永远持续：实际上，这个阶段也许已经结束了。

他们的推理是细微的。大爆炸充满了中微子和其他的粒子。生性让人琢磨不透的中微子不会直接参与核合成，就像橄榄球赛中的观众。然而，它们的数量会产生间接的影响。理论上，它们没有质量，但由于以光速运动，它们确实有产生能量，于是就使宇宙的质量-能量密度增大。中微子越多，换句话说，它们的种类越多，宇宙的质量-能量就越大，从而宇宙的密度就越大。宇宙的密度越大，产生的氦就越多。反过来说，宇宙中的氦越少，中微子的家族数也越少。

施拉姆和冈恩写了一个论文的草稿，说明如何把宇宙学视为对科学女王"粒子物理学"的一个约束。施拉姆被邀请参加在阿斯彭举行的大爆炸核合成的夏季研讨会。到那儿以后，他拜访了研讨会的组织者，他的老朋友加里·斯泰格曼、并把他的中微子论文拿给他看。马上，斯泰格曼也掏出了一篇论文，他们的结论完全一样。

其实，斯泰格曼，施拉姆和冈恩都不是最早发现中微子和氦之间关系的人。霍伊尔和泰勒早在1964年就提出了这个观点，泽利多维奇的合作者V·F·施瓦茨曼也曾在1969年暗示了这一点。然而，在科学上，拥有一个想法只是战役的一半。通常一个新想法得到的往往不是掌声，而是那些来自对你过于关注而要设法毁掉你的人的争论。光荣和荣誉只属于那些愿意为某个观点站出来，并把全身心和他们的永久憧憬投入到磨砺自我的过程中去的人。他们要说服周围的同事接受这个观点，要在巡回研讨会上亮明这个观点，总之，他们要为这个观点呐喊。施拉姆、斯泰格曼和冈恩不是发现大爆炸中微子的第一人，但他们已作好为它呼喊助威的准备。

斯泰格曼和施拉姆好像是亲哥俩。斯泰格曼个子也很高，长着卷发，爱运动，有好莱坞明星般的微笑，也是个倔强的城市男孩儿。他在布朗克斯长大，离北方人体育馆很近。他曾经通过了著名的布

朗克斯理科中学的入学考试，因为他想做个“正常人”。但后来还是在康奈尔的纽约城市学院和纽约大学学了物理学。

他接触天体物理学是源于他纽约大学论文导师对他论文题目的建议，即为什么宇宙看上去只是由物质组成，而没有反物质。所有已知的物理学定律规定，物质和反物质的生成和毁灭必须是一起进行的，且数量相等。这就意味着，要么宇宙中的某个地方应该有大量的反物质存在，也许是反物质星系，要么所有的物质和反物质在大爆炸时应该彻底互相摧毁，今天的宇宙中应什么也没有。这显然不是第二种情况。那反物质到哪去了呢？宇宙是不平衡的吗？斯泰格曼当时没有解决这个物质-反物质的问题。在一篇论文中，他提出不存在对称的宇宙，宇宙一定是因为某些更早期的物质而变得不平衡。同时，他成为一名大爆炸专家，也是最早接受粒子物理学和宇宙学之间存在关系这一观点的人。

1968年获得学位后，他在剑桥的霍伊尔学院呆了一段时间。一天晚上他在那里遇到了福勒。他们喝了很多酒，进行了一场激烈的物理学的争论。转天福勒觉得斯泰格曼是对的，就找到了他，向他发出长期的邀请，请他到加州理工学院。他接受了邀请，和一个叫戴维·施拉姆的性格开朗的粗人同在一间办公室。施拉姆是福勒的弟子，当时正在进行核合成反应链的研究，核合成反应要贯穿星球的全部生命，同时也在宇宙形成的某个时刻发生。二人成了朋友，但没有一起工作。

当斯泰格曼离开加利福尼亚时，发现自己一直在四处游荡。他在耶鲁呆了5年，在与比阿特丽斯·廷斯利竞争一个终生职位失败后，到了特拉华大学的巴托研究基金会。他每年夏季呆在阿斯彭物理学研究中心，这个地方是加州理工学院的粒子理论家们理想的避暑胜地。

斯泰格曼喜欢物理学家的生活。有一次他解释说，在阿斯彭时，他曾在研究中心一个负责人的家里快乐地嚼汉堡包，“这是一种无需高工资就可以享受高雅生活的方法。”他不断地催促以前同一办

公室的施拉姆来阿斯彭。

终于，施拉姆在斯泰格曼主办的核合成研讨会上露面了。在为这次会议做准备时，斯泰格曼浏览了一下大爆炸的计算，惊奇地发现，如果知道了宇宙中氦的丰度，实际上就可以读出中微子的种类数。他认为，在宇宙学这个怪异的领域中，解开宇宙基本粒子家族数字的迷，对于自己这个“半天体物理学者”——著名的理论家默里·格尔曼对他的称呼——来说，并不是件坏事。

斯泰格曼、施拉姆和冈恩把他们的论文综合起来，寄给了《物理学评论书信集》，可那儿的编辑拒绝发表，理由是，观点可能正确但没有多大意思。1977年论文在《物理学书信集》上发表。从一开始，施拉姆和斯泰格曼就认为这篇论文有可能是通往斯德哥尔摩的车票，也是粒子物理学中宇宙学家的一个立足点，施拉姆还特别发起攻势，向全世界说明它的重要性。他说，基本粒子的家族数不超过7是一个确定的论断。尽管这个论断听起来满有把握，因为目前只知道三个家族，但事实并非如此。

“随着加速器能量的加大，中微子的数目肯定会越来越多，”施拉姆轻声地解释说。“我们说过，这个趋势不会永远继续。粒子物理学中还没有关于中微子世代数的论述，有可能是1 000。这是第一次，宇宙学把一些东西返还给物理学。”

施拉姆被邀请给粒子物理学家作报告，但是他的观点遭到了许多人的怀疑。“人们仍想听这个报告，”他说，“但他们只觉得这很有趣。他们的语调有点像说，‘为什么不过来给我们开开心呢？’”

作为宇宙学家，施拉姆总是用他平和而又威严的口吻，积极但又耐心地争辩着，你必须要懂粒子物理学。他认为，宇宙学和粒子物理学的未来，都在于那个微不足道的、作为永恒和“标准模型”开始的分界线的百分之一秒的时刻。大爆炸核物理学，像圣经一样，是他和斯泰格曼准备随时捍卫的。物理学家每一次成功地把他们的粒子加速器升高一个能量级，他们就在时间上轰轰烈烈地向后退了一点儿，重新创造出宇宙在温度更高，年龄更小时，那百万分之一

秒时的环境。在那个时间和能量的顶峰，每一个新发现的粒子，每一点被证实了的力和维度，都会在宇宙历史的走廊上投下阴影。

他坚持认为，物理学应该给宇宙学以更多的注意。毕竟，具有各种特征的宇宙本身，无论大特征，还是小特征，从星系、星球、原子到我们指甲中的质子和电子，都是历史的产物。大部分历史事件发生时的能量，远远超出怀有最疯狂梦想的加速器建造者的想像。有一句话是泽利多维奇所说，也是施拉姆一遍又一遍重复的，“大爆炸是可怜人的粒子加速器。”

他的话是有分量的。在物理学界，施拉姆好像被视为某种自然现像。一天晚上，在一次参加人数很多的研讨会的天体物理学会议上，我领略了他做事的风格。屋里的空气中充满了浓浓的酒味和蒜味。一个年轻的科学家就超新星的题目讲了一些模棱两可的话。在房间的一侧和助手呆在一起的施拉姆突然站起身来，就像海面上钻出一座大山，给予了简洁、毫不客气的批评。

那个天文学家采取了守势，打出白旗。“我们应该再谈谈。”他喃喃地说。

施拉姆仍站在那儿，微笑着。“我想我们刚刚谈过了。”他说完坐下了。他坐的那个角落里发出一阵笑声。

施拉姆的社交不断扩大。他成为物理学协会指导委员会的委员，这个协会提议在毛伊岛附近的水下放置仪器，把这部分的太平洋变成测量高能量和超新星爆炸中产生的宇宙中微子的探测器，有点儿像水下望远镜。

阿斯彭对施拉姆生活的影响不仅仅是与斯泰格曼结为盟友。在这之前，他的爬山经历仅限于在霍伊尔的远足，爬苏格兰高地的1 000米高的穆罗斯山。施拉姆在这里望着洛基山脉，看到了阿斯彭外面非常陡峭的马伦·贝尔斯山，那里并排耸立着三个14 000英尺高的山峰。他决定在这里爬山和滑雪。于是他在阿斯彭买了幢房子，每年夏天到这里来。

施拉姆的滑雪方式是踩着雪橇往下冲，像一辆逃亡的坦克呼啸

着在雪墩中穿行。作为爬山运动员，他同样的勇猛且富于冒险精神。一次他和朋友爬瑞士著名的艾格尔山，从西北侧下山时衣服冻成了冰，不得不被直升飞机救走。还有一次，他在下阿拉斯加的麦金利山时，遇上了暴风雪，因为要帮助另外一个登山队把队员从雪崩处抬回来，不得不在帐篷里呆了4天。他还爬过安地斯山和喜马拉雅山。我问施拉姆是否经历过危险，他笑着回答，“真的没有。我总是爬到山顶，然后回来搞研究。”

大学的系主任头衔是有诱惑力的，但实际上，这意味着有一大堆行政工作压到你身上，使你没有时间搞科研和教学。和许多学校一样，在芝加哥大学里，系里的教师轮流承担这个责任。1977年，由于一个年长的天体物理学家推掉了这个工作，施拉姆被任命为天文学系的主任。

施拉姆倒不完全是个新手。他曾经主持过一些政府拨款的科研项目。“我总是担心人员问题，”他在谈到自己的管理模式时解释说。“有些天文学家就不太关心人的问题。”他积极地采取行动。在他任职期间，他使用各种策略把教师队伍从10人增加到16人，比如他声称物理学的职位空缺，或者为培养诺贝尔人才争取新的职位，而当这样的人没找到时，他就招收了其他的人。“这所学校按封建体制运行。”他坐在自己的新办公室里说。这间屋子里陈设很少，后面是一块干净的黑板，墙上挂着一张“珠穆朗玛峰攀登证书”，证书旁边是一组霍伊尔剑桥夏季学院的照片。“这个大楼是我为天文学系争取到的。”

施拉姆是一个非凡的王国建造者，当然不满足于这一所楼房。作为系主任，他要办的第一件事是寻求与西部郊区外面的费米国家加速实验室主任利昂·莱德曼的合作，他是一个能指点迷津的人。他要与莱德曼一起竞争宇航局的一个充满前景的大项目。在长岛的布鲁克黑文，莱德曼是μ子中微子的发现者之一，为此他最终获得了诺贝奖。1976年，宇航局批准了建造直径2.4米环绕望远镜的计划。这个太空望远镜位于大气层以外，能克服大气层的阻碍，装备有侦

察卫星技术，由太空行走的宇航员进行维护和整休。这是宇航局历史上最大的科学工程，也是继200英寸望远镜以来，天文学史上最大的望远镜。宇航局从各所大学招标进行太空望远镜科学院的组建。这个学院将负责望远镜的运行管理以及宝贵的观测时间和数据的分配工作。中标者将成为未来20年天体物理学领域的中心。莱德曼和施拉姆想争取到这个项目。他们计划把太空望远镜科学院建在芝加哥的费米实验室外，因为那里有大片的空地。这样他们就可以把宇宙学和粒子物理学的关系连结得更加紧密。

施拉姆觉得这个事情虽然有吸引力，但也很渺茫。"政治体制的真实运行可不像中学公民课教材上写的那样，"他摇着头说。他去了华盛顿，和伊利诺伊州的议会代表团一起游说，才知道了有关芝加哥政治机器的情况。但重要的是他和莱德曼以及其他粒子物理学界名人的关系拉近了。这样费米实验室和芝加哥的天文学家联合到了一起。

他们的竞标输给约翰斯·霍普金斯以后，施拉姆和莱德曼改变了方向。1981年夏天施拉姆参加欧洲的一个会议时请了假，和莱德曼一起去爬了意大利的多洛米蒂山。"我们约好中午12点在火车站见面。然后我们各自带着朋友见了面，一起向多洛米蒂山进发。"当他们用软梯和绳索在岩壁上攀登时，施拉姆用他惯有的神情，又大谈起粒子物理学和宇宙学的关系。他问，"我们在费米实验室搞个永久性的宇宙学家小组怎么样？"

莱德曼认为这是个好主意。他下了山，回到家里，给宇航局打电话，申请宇宙学小组的资金。毕竟，宇航局对宇宙学研究有决策权，而且副主任汉斯·马克也有些可惧。他们按要求呈交了一个计划。这个计划由施拉姆执笔，他从芝加哥的一个同事写给能源部（DOE）的研究计划中吸取了一些东西。一年以后1982年，施拉姆搬到费米实验室住了两年进行宇宙学小组的筹建工作。他在保护区的外面买了一块地，准备建一所玻璃和石头的大房子。同时，他开始和莱德曼的助手朱迪·沃德约会。后来，他们在阿斯彭的火山口

湖边举行了户外婚礼。那时，阿斯彭已经成为宇宙学研究的夏季营地。

可以说费米实验室宇宙学小组的成立是天意。当时，世界上能量最大的粒子加速器在位于日内瓦附近的欧洲核子研究中心（CERN）。那里的质子和反质子在2 000亿电子伏的能量下进行撞击。费米实验室不甘落后，它的设备使能量提高到将近一兆电子伏，这是宇宙在百万分之一秒时一个典型的基本粒子所具有的能量。

这片大草原下面的物质和反物质碰撞所发生的一切简直是现代奇迹。如果一个粒子是很多梦想里的一座小山，那它的反粒子就是一个洞——把它们放到一起，就可以重新得到纯能量。那个能量是一个小小的瞬间的火球，会收缩，变成物理学定律允许的任何形状——粒子总是成对出现的，它们可定量的、恒量的特性加起来总是零。卡洛·鲁比阿是一个有魅力有冲劲的意大利物理学家，是欧洲核子研究中心的主人。他把整个过程描述为两辆汽车的相撞。在日常生活中，你可就糟了，但在粒子物理学中，你会得到20辆新车。你施加的能量越大，得到的粒子也越重。大爆炸时，宇宙的温度极高，这些粒子是看不到的。这就是那些体积越来越大，能量越来越强的粒子加速器后面的全部原理。这也是上帝的粒子加速器，大爆炸后面的原理。

两个粒子——比如说质子和反质子——相撞的瞬间短暂得无法测量，会有产生火球的绝对可能。这个火球是宇宙大约兆分之一秒时大爆炸的一小部分。无论统辖那个时刻的定律是什么，也无论物质能量会采取什么形式，它们都会在伊利诺伊大草原下面的高能量中重新聚结。现在，各种能量和物质比恐龙消失得还要彻底，但它们形成宇宙时的瞬间风采会再次出现。

在期待着这些憧憬实现的同时，莱德曼和施拉姆在费米实验室的三楼组建了那个宇宙学家小组，他们的风格就像他们研究的科学一样独特——鲁莽、好运动、爱逗趣，还有点儿目空一切。斯泰格曼继续和施拉姆合作，他好像是芝加哥那些人的卫星。

施拉姆接管系主任后招的第一个人是斯坦福的研究生迈克·特纳。他是加利福尼亚南部一个商人的儿子，他成长在汽车和冲浪的时代。他在加州理工学院读完本科后，在斯坦福读研究生。在斯坦福他与后来的宇航员萨莉·赖德一起打排球。特纳的额头很高，长着一双大大的逗笑的蓝眼睛，嘴巴很宽，显得有些滑稽。他棕色的头发有时披到肩上，只留一点点鬓角，还时不时的蓄起胡子。特纳的穿着追求奇特怪异。有一次去他的办公室，看见他穿着戈尔德体操馆的T恤衫，短裤和一双医院里的拖鞋。他常用幽默和假装的冷酷来掩盖他对物理学的认真与严肃。

施拉姆有一次去斯坦福见过特纳，对他的才智印象很深，当时他还是瓦戈纳的研究生。但特纳处于一种两难的境地。他一直在粒子物理学和天体物理学之间徘徊。于是他用了7年的时间读完博士，毕业论文是有关广义相对论的。他很难决定是继续搞研究，还是去一所小学校搞教学。施拉姆把他带到芝加哥读博士后。于是特纳热情高涨，全心投入了核合成的研究工作。他甚至把南加利福尼亚的生活方式转变为中西部的生活方式。

1981年，在圣芭芭拉加利福尼亚大学校园里的理论物理学院召开了为期半年的有关粒子物理学和宇宙学的研讨会。特纳蓄着长胡子参加了研讨会，并偶然遇到了来自洛斯阿拉莫斯的物理宇宙学家爱德华·科尔布，号称"摇滚"科尔布。他在新奥尔良长大，他的绰号对他很合适，他曾因为在洛斯阿拉莫斯的篮球比赛中打架被罚出场。他冷漠的嘲讽风格和特纳不相上下；他们相处得很好。施拉姆在研讨会的最后一周来到了圣芭芭拉，再次遇到科尔布。当施拉姆在得克萨斯时，科尔布在那里读研究生，搞超新星的计算研究。施拉姆说服了莱德曼招收科尔布和特纳作为新生的费米实验室宇宙学小组成立第一年的负责人。特纳现在已是教授，他每天生活在大学与费米实验室之间。

科尔布和特纳成为队友，依照他们自己的风格前进。他们好像生活在一个办公室里，不仅在科研上，还在幽默上相互配合。他们

的一个共同爱好是T恤衫，认为没有T恤衫，宇宙学大会就不完整。在欧洲核子研究中心工作的英国粒子理论学家约翰·埃利斯像特纳一样因多毛的外表而出名。当他拜访费米实验室时，科尔布和特纳把他的脸部照片移植到一只水牛身上作成图片，然后把图片贴到一件T恤衫上，并用摇滚旅行团T恤衫的字体写着“约翰·埃利斯，FRS（皇家学会会员），环球旅行”。在同行中，特纳和科尔布享有速度快的美誉，这样的赞誉如果不是说他们有些急躁的话。如果一个新的理论盛行起来，或是前沿领域有一个出人意料的新发现，他们总是属于最早把新科研成果对宇宙学产生的影响写成论文的人。

在大会上，特纳就宇宙历史的题目做了诙谐的演讲，他把物理学和天文学的知识糅合在一起，讲得生动有趣。“我敢说，我知道宇宙退回到它形成后的第百分之一秒时发生了什么事情，”他笑着说，脸上挤出一堆皱纹，“那些穿白衣服的小人不会把我带走的。”

他像一个勤奋的艺术家，把枯燥的幻灯片演示转化成一种高雅的艺术。演讲者使用的幻灯片的规格是8.5×11英寸，他们要用幻灯机投射出一些图表和公式。演讲中许多科学家只是照着稿子宣读，或者使用用计算机打出的幻灯片，所以，在演示时很多表格数据小得根本看不清楚。特纳做出的幻灯片是达尔斯·瓦德尔风格的卡通画片，他把能买到的各色油笔都用上了。其中一张幻灯片的内容是用卡通形式讲解的宇宙的全部历史，从“可怕的奇点”一直到银河系。“大多数人的幻灯片太乏味。”他有些抱怨地说。

特纳的科学风格是凭直觉，他好像是泽利多维奇的一个嬉皮士版。和细节相比，他对想法更感兴趣，也就是说，他对一个题目进去和出来都很快，以至于不能给出什么确切的解释，当然也不会获得什么持久的科学上的荣誉。我曾经问他自己主要的成果是什么，或者说什么是他研究的总体风格。我们曾一起去阿斯彭郊外的“森林小溪”酒馆吃饭，那里是亨特·汤普森经常去的地方，我们希望能领略一下这位异乎寻常的作家的风采。他干脆地说了声，“我会有自己的风格的。”

特纳和科尔布喜欢的一个消遣方式是捉弄他们那个红头发的朋友和同事，取笑说他的自我主义和他的人一样大。他们称他为“施拉姆老兄”，而且一再威胁说要做施拉姆老兄的T恤衫。“实际上，”特纳有一次承认，“戴维对我非常好。”

确实，施拉姆的生活方式有些传奇色彩。他好像在努力证明，一个科学家不一定就是个蠢人。他曾和芝加哥狗熊橄榄球队的队员在耶鲁摔跤。当他年岁大了，膝盖不能再摔跤时，他开始骑自行车。他有个想法，从阿斯彭（约8 000英尺高）骑到12 500英尺高的独立山口有20英里的路，然后再骑回来。渐渐地他放弃了在费米实验室外建大房子的计划，而在密执安湖边车轴草叶造型的塔楼的第52层买了两套公寓。在这里，能在飞碟270度视野的范围内观赏湖泊和整个城市。他把两套公寓合起来，用白色的长毛绒地毯装饰。他仍然和一些政界要人保持着联系。芝加哥大学主持召开半年一次的得克萨斯研讨会时，施拉姆领着一个天体物理学家高级代表团到市长办公室拜会了哈罗德·华盛顿。

一年冬天去德国的时候，施拉姆买了一辆大红色的波尔施944型车，车的牌照上写着“大爆炸”，他经常用这辆车飞速地把记者们送到费米实验室。但他不满意仅仅有高速的地面运输系统。庆祝40岁生日时，他参加了飞行训练班，买了一架涡轮增压单发动机的塞西纳飞机。他把这架飞机也统称为“大爆炸机”。当他去阿斯彭或其他地方开会不用飞机时，就把它租给别人。

他是媒体报道的理想人物。每年在芝加哥报纸上都会登出一张施拉姆的特写艺术照片。他被提名为40岁以下的杰出人物。特纳和科尔布在《费米实验室通讯》的讽刺栏里写道，施拉姆被提名为“40个最有可能被提名的人之一”。他俩曾花了一下午的时间想说服芝加哥大学的大众宣传负责人，让施拉姆给杜瓦苏格兰酒做广告。在许多杂志的封底，经常能看到杜瓦酒的广告是一张黑白照片，上面有个人拿着一杯苏格兰酒，这个酒鬼的侧面像非常清晰。

他们会加一个引语：“宇宙是可怜人的粒子加速器。”

每个星期一的晚上，芝加哥和费米实验室宇宙小组的全部成员要驱车到紧挨费米实验室的特纳家聚会。他们在他家的地下娱乐室里讨论物理学，烤鱼肉汉堡包，或者吃“原始比萨饼”。不知是我的想像，还是这些人真的要比一般的科学小组成员长得好看而且喜爱运动。不知是我的想像，还是芝加哥大学里的女研究生真的就比其他学校的女研究生多。我开始把芝加哥大学视作天体物理学的研究中心。

正如有时表现出来的那样，芝加哥风格的天体物理学家在运动方面和在科研方面一样出色。1986年芝加哥得克萨斯研讨会就是一个典型的例子。按惯例举办的宴会在市中心假日饭店的舞厅里进行。宴会快结束的时候，我发现食品在桌子上乱扔的是芝加哥这伙人。很快，硬面包卷像火箭一样在屋子里飞了起来。这个闹剧的主要发起者是科尔布，他无所顾忌地大笑着。他的一支“火箭”飕的一声从我耳边飞过。有一支“火箭”正中100英尺远另一张桌子上的斯泰格曼，正好打在他的鼻子上，把眼镜砸了下来。

过了一会儿，斯泰格曼在大厅里碰到了科尔布，就立刻揪住他的衣领要他道歉。科尔布坚持不道歉，没有想到斯泰格曼会真的生气。看着他们俩，我想起了斯泰格曼没去布朗克斯理科学校的事，因为他想做个“正常人”。于是我想他小时候在布朗克斯时，是不是眼镜经常被别人打掉。突然，这两个6英尺高的大个儿扭打到一块儿，把那些天文学家们赶得就像滚球戏的柱子。就在他们要打到我头上时，被人分开了，就像刚要绞到一块儿的拳头被分开一样。几分钟以后，施拉姆在大厅里溜达。他扬着脑袋听着刚才发生的事情，表现出同情的样子，然后迷惑地咯咯笑了几声，离开了。

除了这种风格，这群无法无天的人对科学还有什么贡献呢？施拉姆解释道，费米实验室宇宙小组的任务就是充当天文学家和粒子物理学家之间的边境警察。“我们最大的成就就是一切顺利，”他说，“人们在这些领域里猎奇，然后吹嘘。我们以极快的速度弄懂这些事情，但还没有快得做出蠢事。”

现在他们最重要的任务是充当大爆炸核合成计算这个信仰的捍卫者。这个信仰有两个信条：第一，普通物质不会多于闭宇宙所需的临界质量密度的10%；第二，宇宙学家可以严正地告诉物理学家宇宙中存在多少种中微子。“对此我们相当坦率，姿态相当鲜明，”施拉姆高兴地承认。“人们总是想打倒我们，可现在我们仍旧在船上。”

到80年代中期，不断进行的观察上的修正把举世瞩目的宇宙原始氦的丰度降低到约23%。根据大爆炸模型，这只给三种——也许四种——中微子留下了空间。如果这些模型是正确的，物理学家们正在接近真理的那一刻。三种中微子——电子、μ子、和τ子——已经被证实，只剩下一种有待发现。也许真的没有许多——或者根本没有——等待发现的基本粒子了。

施拉姆说，他经常听到谣言或是闲话说他，斯泰格曼和冈恩已被提名诺贝尔奖。

宇宙学在蓬勃发展。这门科学精确地描述宇宙从大爆炸后百万分之一秒以来的演变，并预测从现在起一兆年以后星系的燃烧消亡。这门科学是伟大的，正如皮布尔斯爱用的一个词，是一个“胜利”。

但这门科学还不完美。膨胀的宇宙还存在着两个问题，它们几乎是一对矛盾，这困扰他和迪克已经很长时间了。这两个问题是物理学家们饭桌上谈论但从不会写下来的问题。皮布尔斯是从迪克那里得知的。“这些想法我很早以前就有过，” 皮布尔斯说，“当时我和鲍伯·迪克并没有因这两个问题困惑，所以很难想起来了。”宇宙学的发展越快，这样的难题就越困扰人们。好像有什么东西漏掉了。

1979年是阿尔伯特·爱因斯坦诞辰100周年纪念。这一年里举办了很多庆祝研讨会，发行了很多刊物。迪克和皮布尔斯认为，如果他们这个时候不讲出来，就可能再没有机会了。于是他们写了一篇题为《大爆炸宇宙学——困惑与出路》的论文发表在霍金和沃纳·伊斯雷尔编辑的一本百年纪念的刊物上，并把刊物寄给了一些

朋友。论文的语气显得不太客气："这里讨论的大多数难题和解决办法都可以追溯到30年代那次热烈的大讨论，"他们写道，"从那以后宇宙物理学开始向真理迈进。"

第一个难题是宇宙为什么如此统一。这一点是毫无疑问的，正像哈勃观察的，无论在哪个方向，你放眼望去，星系都像尘埃一样分布着，它们按照相同的比例，由相同的原子构成，以相同的模式在最大规模上混合为类似的、平滑的整体，然后，根据桑所说，以相同的速度膨胀。更让人不可思议的是，数据表明原始火球态的微波宇宙辐射，在所有的方向都是相同的温度，都在万分之一度以内。类似性是难得的，没有类似性，宇宙学就不可能出现。问题是宇宙怎样达到这么完美的类似。不赞成宇宙是以这种方式诞生的意见举出天文学以外的例子：自然界里，事物通常是以混沌开始，然后达到一种平衡，就像喝咖啡。开始咖啡和奶油分别是热的黑色的和凉的白色的，然后在一个杯子里搅拌变成温度适中的棕色咖啡。平衡的过程要依靠类似的物体和区域之间的能量交换——热量从最热的地方转移到最冷的地方。但是，和宇宙中其他东西一样，热量和能量的运动不可能比光速快。于是存在这个问题。

天空两端的微波来自宇宙中相距很远的两个地方。在宇宙形成时，任何一个信号不可能有时间——即使以光速——在两个地方传递信息使它们的性质同步变化。这意味着宇宙学家不得不作出猜测，宇宙诞生时是完美统一的——这是上帝的安排。

另外一个难题是有关神秘的欧米嘎，就是宇宙的物质-能量密度与临界密度的比值，这个数字决定宇宙是开放的还是闭合的。皮布尔斯和迪克解释说，数学上讲，宇宙处在坍塌和无限膨胀之间，在弯曲与平面之间保持着一种刀刃上的平衡。平衡点是理想的状态，欧米嘎值为1.0，太空是几何上的平面。再次根据弗里德曼公式，在时间初始，这个完美的平面的任何细微偏差都会使宇宙变成一个怪物，或者是现在已弯曲得像一片干树叶。如果欧米嘎略大于1.0，宇宙会飞速地变得无限小；如果欧米嘎值略小于1.0，它就会变得

无限大。

据桑德奇和冈恩这样的观察家估计,今天的欧米嘎值在0.1左右，听起来距平坦的宇宙相差甚远。但皮布尔斯和迪克计算出，今天的欧米嘎值很接近1.0，那么宇宙在诞生时的欧米嘎值实际也很接近1.0——恰好处于坍塌和膨胀的平衡处。宇宙诞生时的这种平衡状态和平面状态之间的差别微乎其微，于是许多理论家（包括爱因斯坦）得出结论，实际上宇宙是平坦的，欧米嘎总是1.0，尽管人们承认天文学的测量结果不那么精确。

迪克和皮布尔斯指出，这种和谐的平衡状态不仅适用于整个宇宙，也适用于其中每个独立的部分。“否则，”他们写道，“宇宙就会变得狂躁……这需要有非常精确的控制来保证我们不会看到宇宙某一部分的彻底坍塌发生在南半球，而普遍的膨胀发生在北半球。”宇宙是如何保持这种微妙的近乎不可能的平衡的呢？皮布尔斯和迪克把这称为平面问题。

对于人们对这篇论文的反应，皮布尔斯和迪克感到有些奇怪。有意无意地，他们在给宇宙学的同行制造麻烦。在科学上，显尔易见的问题是最难发现和提出的，因而也是最难回答的。为什么宇宙是现在这个样子？他们不断地增加赌注，向同行挑战，提醒他们不要把宇宙的任何一个性质视为想当然，无论它是多么的显而易见。宇宙学的任务不仅仅停留于描述出它的样子，还要对此作出解释。

费米实验室为宇宙学小组的年轻女士们举办了一个主题为“内空与外空”的为期一周的会议，目的是扩大她们的影响。天文学家（有塔姆曼但没有桑德奇）、宇宙学家和粒子物理学家参加了大会。特纳穿着凉鞋、贝蒂T恤衫、法兰绒衬衣，头戴芝加哥仔兽队的棒球帽来了，他还拿着一个铃铛，主持大会的进程。

在会前发给与会者的材料中，科尔布和特纳附了一个费米实验室的介绍。他们把它描述为一个叫“费米园地”的主题公园。地图上标有（不存在的）太空望远镜科学院，施拉姆的大房子（没有修建）和水牛池（真的）。我突然感到他们这样做是有用意的。

宇宙学的确是某种意义上的一个梦幻主题公园。内空和外空会议在费米实验室的物理学氛围中召开，但实际上它也是在另外一个地方召开，那就是费米园地。费米实验室是物理学家们探求物质的组成及其原理的地方，而费米园地是一种思想境界。只有在这里，人们才有可能在量子粒子间的关系中找到伟大的有关宇宙问题的答案——为什么有物质，有星系和漫长的黑夜，或者说为什么有宇宙——如果说哈勃的整个闪烁的王国只有葡萄柚大小，但它那嗡嗡作响的果核却能产生惊人的不可再生的能量。

1984年5月的第一个星期五，一周的冷雨过后，春天姗姗地来到了费米园地。中午，200个物理学家和天文学家，美国宇宙学领域的精英，轰响着拥出实验大楼，走过坡地，踏上紧挨主管道平台的4英里长的柏油马路。他们摩肩接踵，一路吵嚷着，争论着，争得面红耳赤，眼镜被呼出的哈气蒙上了薄雾。他们穿着时髦的耐克鞋或休闲鞋，穿着牛仔裤或休闲裤。这股人流挤上斜坡，左转，开始顺时针奔跑，就像脚下磁性轨道中的质子一样运动。一群晒得黝黑的有些书呆气的研究生像羚羊一样奔跑在最前面，后面是一群蠢笨的中年人，视线中满是向前挪动的汗毛浓重的大腿和往上一抬一抬的屁股。一个穿着借来的短裤的记者自告奋勇地表示愿意为找回青春活力而不断地奔跑下去。

施拉姆没有跑，他的膝盖由于长期打橄榄球和摔跤已经受伤。他的脸上带着长者的微笑，看着这群肆意胡闹的人。这股人流逐渐伸展成爱因斯坦的太空或是勉强凑起来的量子波包。他们气喘嘘嘘地跑过模拟的指引质子正确运动方向的路标；跑过一幢新楼，在那里，几吨重的电子会聚到一起，记录一兆伏特能量下质子和反质子的撞击。当人群比较分散时，吵嚷声被橄榄球比赛声压了下去。在队伍的后面还算安静些，只能听到球鞋重重地砸在柏油路面上的声音，好像在对鸟儿和远处的建筑物发出挑战。这时好像到了夏季。突然我的思绪被一阵急促的喘气声打断，那是两个被加利福尼亚太阳晒得黑黑的研究生。他们在快到终点时赶上并超过了一个跑得不

快的人。

嘈杂声再次响起，隆隆的声音就像远处的水牛。谈论，无尽的谈论，与上帝进行伟大的争论。太阳下汗流浃背的物理学家们成群地凑到一起，喝着饮料，这时的生活好像永远是咖啡时间。当谈话停留在普林斯顿，或是帕萨迪纳，或是剑桥时，人们极度兴奋，在时间的第一秒里，在蓝天下，聊啊聊，嘴巴和舌头好像在某种神秘的咖啡因——至少是那种感觉——的作用下，运动得越来越快。他们在说，“我们就要得到了。”这是宇宙学园地的又一次理论交融，宇宙的奥秘就要揭开。可能就是那群像羚羊一样奔跑的博士后中的一个人想到一个圆满的答案，胜利也许就在明天。

特纳摇了一下手中的铃，“我们的活动到此结束。”

12

美的胜利

1979年，还有一个人也很接近“问题的解决”，接近一个有魔力的思想，这个思想使宇宙从几乎一无所有中展开它的翅膀，一帆风顺势不可挡地演变成今天天文学家所能看到的外貌。

他的名字是艾伦·古思，那年32岁，从康奈尔休假，在斯坦福攻读博士后。他是一个理论型的粒子物理学家，毫不掩饰地表现出对宇宙学的轻视。直到那一年秋天，这个游荡的朝圣者的生活偶然跨出了物理学的天地。他方方的下巴，矮胖，一双深棕色的眼睛很有穿透力，前额留着长长的棕色卷发，脸上总带着微笑。古思是个数学天才，对物理学总有着本科生似的热情，这股热情使他在漂泊的科学生涯中饱受挫折但继续前行。

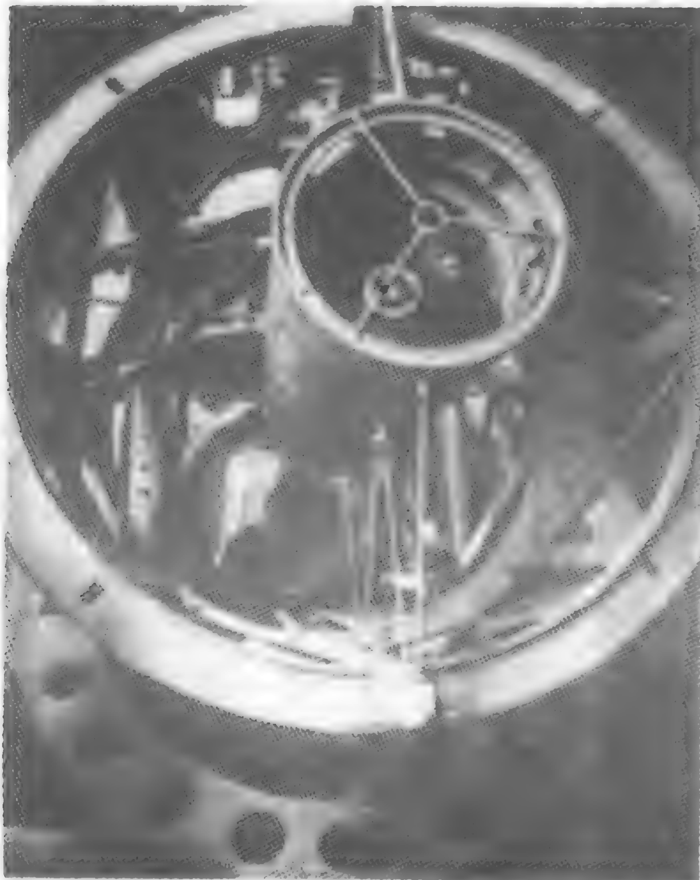
32岁还在攻读博士后，他在这个位置上呆的时间长了些。当时他被人拉去搞一系列的计算，于是就和宇宙学不期而遇。结果他的计算把时空的界限推向一个永恒的瞬间。他的思想被称为“暴胀”，是极早期宇宙的一种超级沸腾。暴胀可以解释宇宙从何而来，怎样以及为什么形成今天的样子——平坦，温度均匀，而且星系闪闪发光——还有在夜空中它会胀大到什么程度，同时还解释了为什么这最后一个问题从未进入过天文学家的生活。

1979年，古思和宇宙学都发生了不可逆转的改变。甚至连桑德奇都没能免受暴胀理论的影响。古思的生活发生了转机，就像演了20年小角色的演员一夜成名那样。如果古思不是一个生性快乐的人，他是不可能在物理学领域坚持了这么长时间而最终取得巨大突破的。

在他取得巨大突破9年后的一个暴风雪的日子，我们坐在他麻



1.1948年6月3日，历时20年时间建造的200英寸黑尔反射式望远镜安装在帕洛马尔山上。



2.埃德温·哈勃在200英寸望远镜的观测仓里向外观测。哈勃发现了宇宙的膨胀，曾计划用长时间的观测来回答宇宙的大小和命运的问题，但他在望远镜运行后不久就离开了人世。



3. 哈勃未竟的事业落到了阿伦·桑德奇的肩上。桑德奇是威尔逊山年轻的天文学家，是加州理工学院的研究生，也曾是哈勃的观察助手。1954年，桑德奇在28岁时被《财富》杂志评为美国优秀的年轻科学家。



4. 弗里兹·兹维基是加州理工学院一个古怪的天文学家，对哈勃和桑德奇不屑一顾。他独创了“形态天文学”体系，但他先见性的论断认为星系团中90%的质量是看不到的。



5. 加州理工学院的杰西·格林斯坦既是帕洛马尔山一代天文学家的老师，也是他们的“第二父亲”。



6. 马尔滕·施密特对费解的类星体光谱进行了分析，发现它们是时空纵深方向耀眼的灯塔。



7. 弗雷德·霍伊尔在湖区湖畔他家的旁边小憩。霍伊尔是一个无所畏惧的反传统的人。他与托马斯·戈尔德和赫尔曼·邦迪一起捍卫稳恒态宇宙的理论，该理论认为宇宙既没有开始也没有结束。他们进一步解释了核反应链，正是在这个过程中，星球产生出元素。



8. 作为普林斯顿和得克萨斯大学的教授，约翰·阿奇博尔德·惠勒启蒙了几代物理学家探索弯曲宇宙的奥秘，并发明了“黑洞”这个术语。在量子理论和广义相对论的结合中，他找到了能使宇宙“飞”起来的原理。



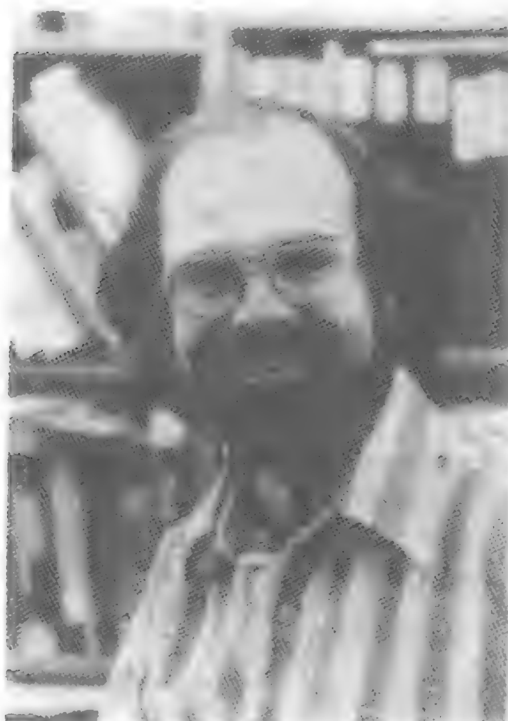
9. 1978年史蒂芬·霍金与该书作者一起在皇家学会的台阶上。尽管他的身体正和肌肉萎缩的疾病做斗争，但他的大脑畅游在黑洞和时间起始的问题上，他的预见改变了物理学的天地。



10. 马丁·里斯是剑桥另一位出色的年轻理论家，他解释了黑洞是如何给类星体提供动力的。



11. 吉姆·皮布尔斯和艾利森·皮布尔斯在慕尼黑的天文学会议中休息。吉姆是一个低调的理论家，从未离开过普林斯顿。他发明了许多数学工具，宇宙学家正是借助这些工具衡量和讨论宇宙大规模的结构。



12. 吉姆·冈恩集三者于一身：灵巧的仪器建造者，有先见的类星体和星系的观察家，天才的理论家。

13. 比阿特丽斯·廷斯利带领了一个包括吉姆·冈恩，J·理查德·戈特和戴维·施拉姆的 年轻天文学家小组，她撰写的宣言声称，宇宙是永远膨胀的。





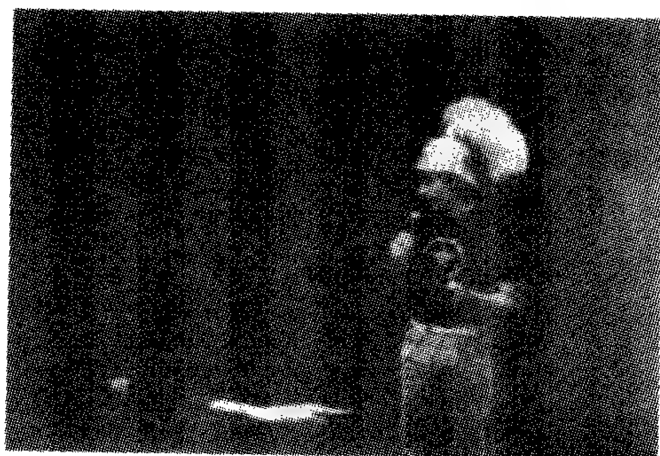
14. 研讨会上的戴维·施拉姆和摔跤场上或山坡上的他一样富有挑战性．他认为宇宙的命运可以从宇宙第一秒的微观物理学中解读出来。



15. 雅可夫·泽利多维奇在芝加哥和朱迪·施拉姆开玩笑。脾气暴躁的泽利多维奇自学成才，放弃了前苏联氢弹的研究项目，转而研究天体物理学，成为东方宇宙学的天才和权威。



16. 费米实验室的负责人利昂·莱德曼和费米实验室宇宙学家小组的领导者迈克·特纳和爱德华“摇滚”·科尔布一起有些拘谨地笑着。



17. 迈克·特纳用他的智慧和对物理学的热情解释粒子物理学和宇宙结构之间的联系。



18. 加里·斯泰格曼认为，对大爆炸中产生氦数量的测量可以告诉物理学家宇宙中基本粒子的家族数。



19. 艾伦·古思是粒子物理学家，也是一个不情愿的宇宙学家。他发现原始统一力的分裂会导致大爆炸中的频率突增，使宇宙疯狂“暴胀”，并改变了宇宙的结构和几何形态。

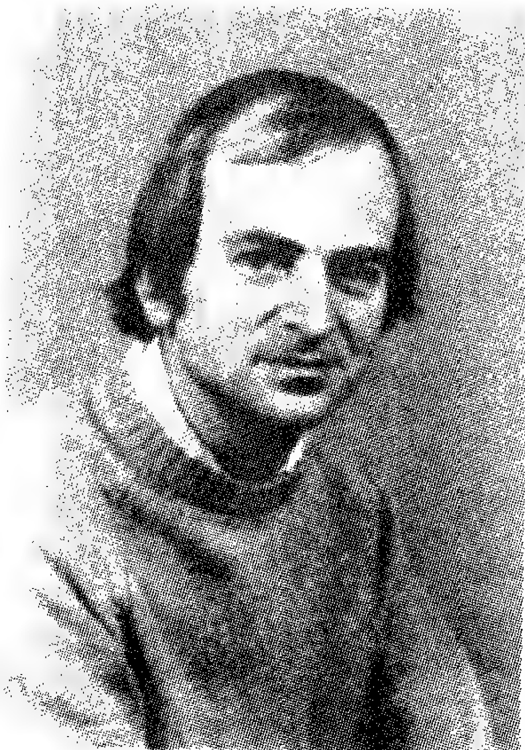


20. 在保罗·斯坦哈特的新暴胀理论中，最早时间的量子波动暗示星系的起源。

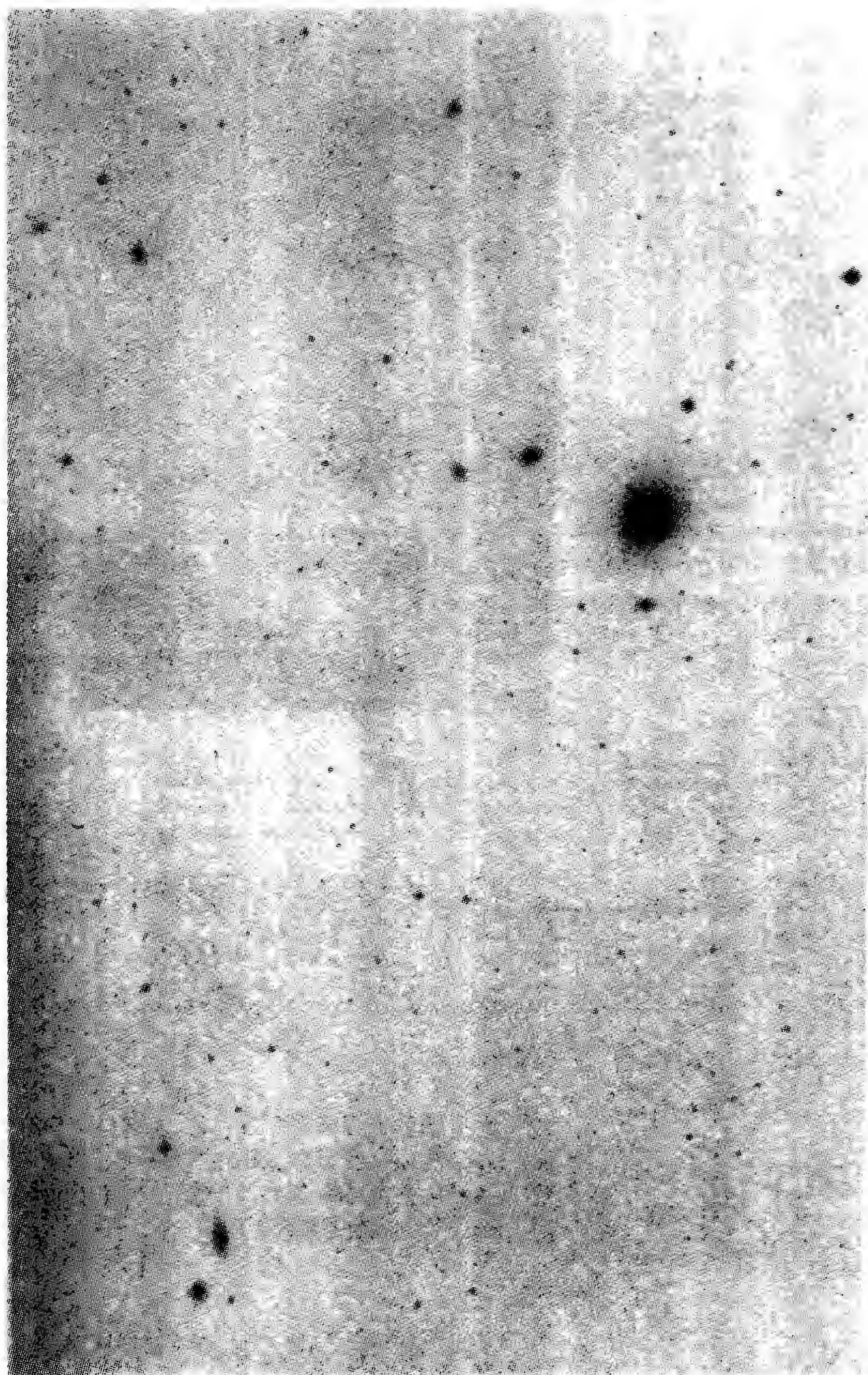


21. 马克·阿伦森和他的妻子玛丽安娜·库恩，还有孩子们在一起。他与杰里米·莫尔德（见下图）和约翰·赫钦拉发明了一种新的测量星系距离的方法。他们得出的哈勃常数比桑德奇和塔姆曼得出的数值大。





22. 马克·戴维斯因为宇宙学中缺少数据而感到困惑，他在哈勃-史密森天体物理学中心发起一项研究，标出了太空中240个星系的位置并把它们的红移作为相对距离的尺度。





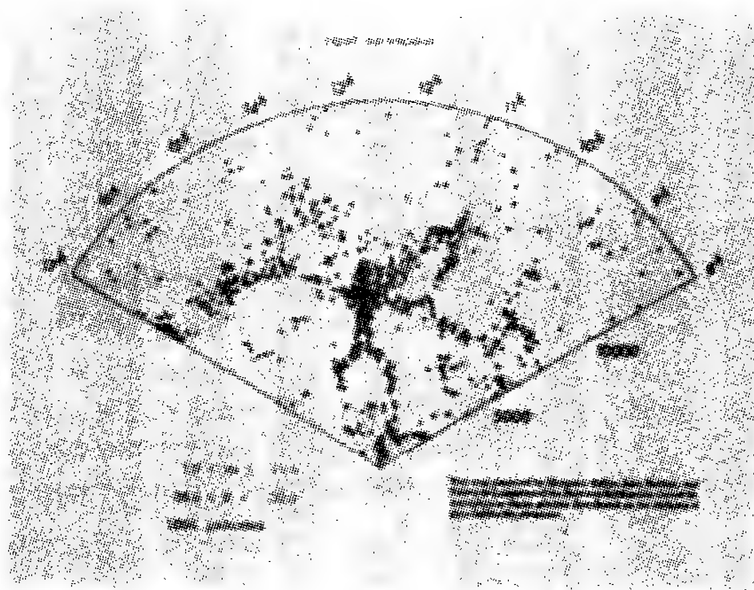
23. 5 000万光年远的靠近室女星团核心的星系看起来就像窗户上的一群苍蝇。这张底片是阿伦·桑德奇用拉斯·坎帕纳斯100英寸望远镜拍摄的，它展示的是直径为1.4度的区域。可以清晰地辨认出几十个星系，每一个星系都是一个宇宙岛，这其中包括左下角的M87，它是已知最明亮、重量最大的巨型椭圆星系之一。室女星团中有几千个星系，是这部分宇宙中最大的星团。现在天文学家们相信，该星团巨大的质量会阻碍宇宙的膨胀，甚至影响到我们所在的星系。

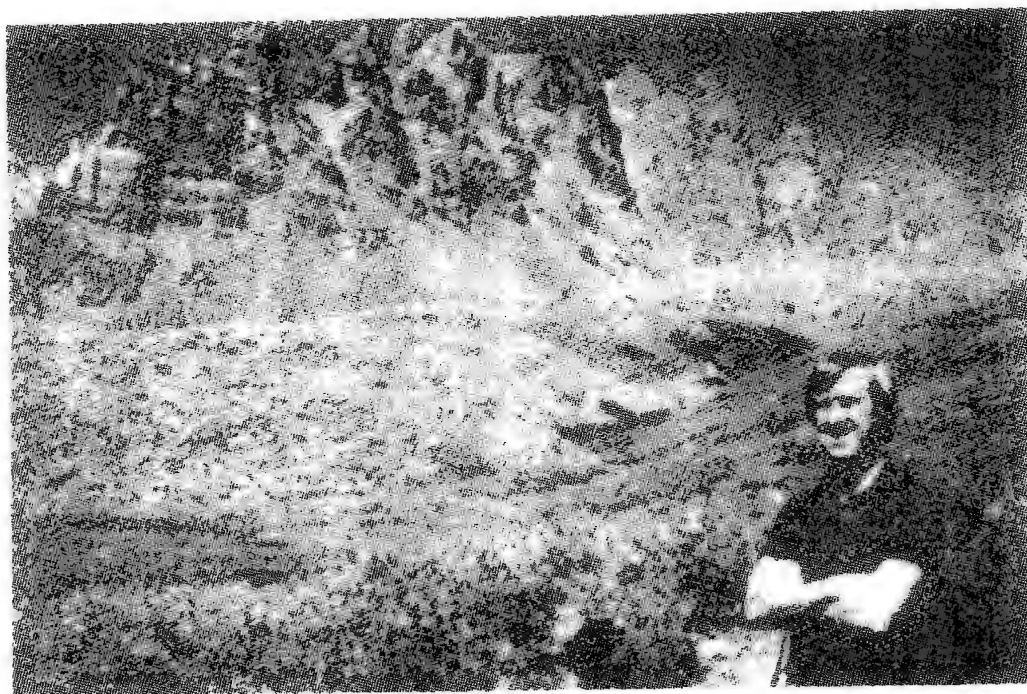


24. 薇拉·鲁宾和肯特·福特通过对星系自旋的研究得出结论，旋涡星系被看不到的暗物质云所包围，这些暗物质云的重量是可见星系的10倍。

25. 当戴维斯离开哈佛去伯克利时，玛格丽特·盖勒和约翰·赫钦拉继续扩展红移的研究。他们的第一张图（见下面）表明星系好像位于直径为几千万光年的巨型气泡的壁上，空白的地方几乎没有星系。这个结果是对星系理论学家的一个巨大挑战。







26. 亚历克斯·绍洛伊在阿斯彭郊外思索大规模结构的问题。他是远见卓识的泽利多维奇的弟子，他把物理学与摇滚联系起来，成为研究被暗物质粒子统治的宇宙特性的专家。



27. 乔尔·普里马克解释了称为冷暗物质的看不到的亚原子粒子的引力影响如何形成我们今天所知道的星系。在妻子南希·艾布拉姆斯的眼里他是一个好丈夫，而南希的歌曲和幽默为宇宙学会议增添了许多生气。



28. 亚历克斯·维连金认为宇宙从一无所有中诞生，他从时间的永恒中得到量子性跳变。



29. 夸克的发明者默里·格尔曼和雅可夫·泽利多维奇正在讨论量子宇宙学。



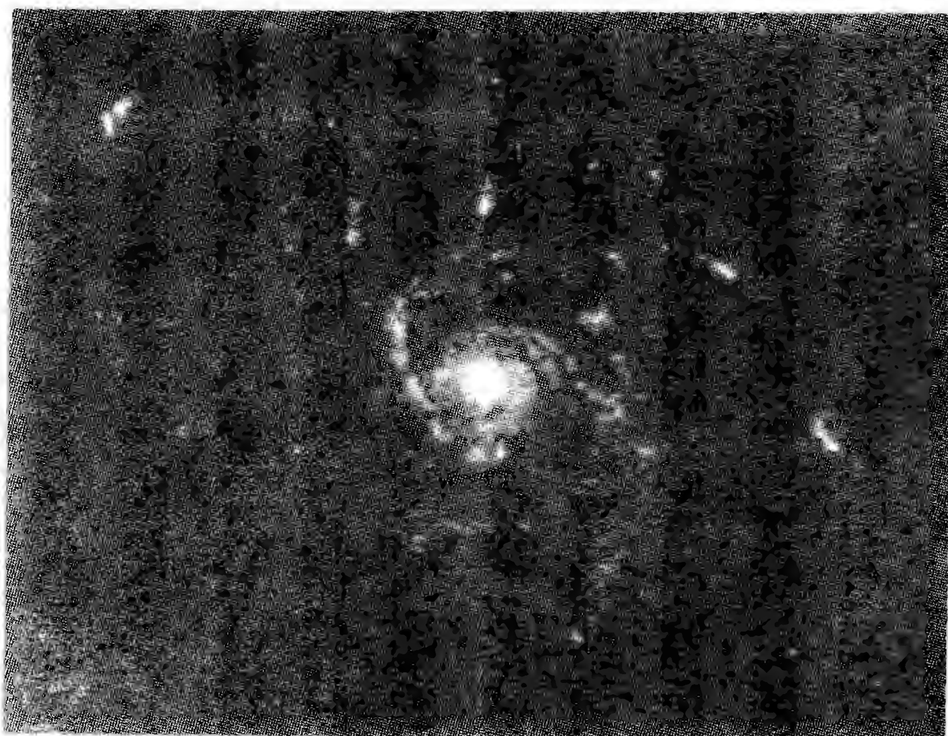
30. 约翰·施瓦茨作为科研协会准会员在加州理工学院默默工作了几年，他为实现自己建立在超弦基础上的数学上很完美的全能理论梦想而不懈努力。



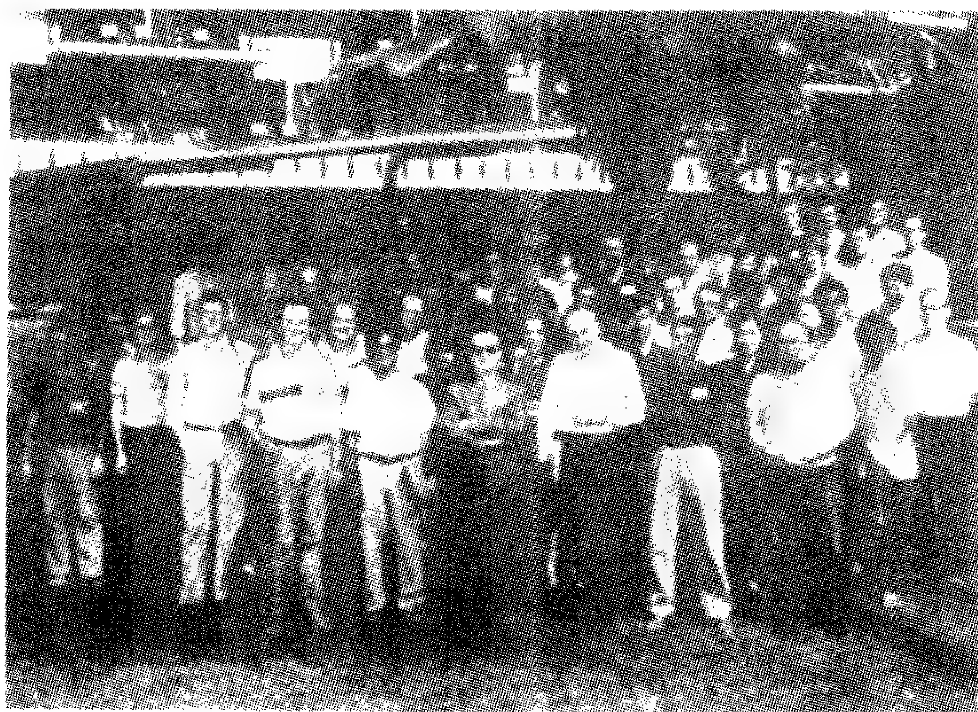
31. 霍金在护士的陪伴下，在费米实验室会议上展示他的计算机和声音合成器。



32. 桑德奇非常喜欢威尔逊山100英寸胡克望远镜，哈勃用这个望远镜发现了宇宙的膨胀。



33. 位于大熊星座里称为大风车的旋涡星系M101是桑德奇和其他人试图测量宇宙膨胀速度的一个关键星系。在天文学家测量M101距离的争执中，哈勃常数不断上下波动。



34. 1986年1月参加科纳会议的科学家们，他们以研究宇宙大规模运动而闻名。桑德奇和他的头号对手杰拉德·德沃库勒尔（戴墨镜者）在前排中间；大会组织者布伦特·塔利在前排最左边，身穿宽条衬衣；桑德奇的另一个对手马克·阿伦森在前排最右边，手里拿着笔记本。



35. 给这些人做饭，然后向他们讨教。莫里斯是阿彭斯宇宙学家们的厨师。

省理工学院的大办公室里。他倚着靠背坐着，穿着休闲式卡其布裤子，一双鞋底厚重的旅游靴子，看得出他在努力找回青年时的感觉。他的自行车靠墙放着。当你和他讲话时，他就像满足一个童子军的好奇。他总爱咧着嘴轻轻地笑。他在物理学上是精确和耐心的，可对自己却出奇的不精确，好像他微不足道得，不值得自己的注意。像许多敏锐的物理学家一样，他的记忆力是惊人的，这是他经常思考的结果。

古思（一个俄罗斯-犹太名字的缩写）通往宇宙边缘的道路是从新泽西开始的。他1947年出生在新不伦瑞克，紧挨纽约市的新泽西郊区的南部。他上有一个姐姐，下有一个妹妹。他的父母也在那个地方长大，祖父母在他很小的时候就去世了，所以他对他们不了解。在他3岁时，全家搬到不远的海兰帕克，他的父母现在仍住在那里。他的父亲做过很多小买卖，从经营杂货店到开办干洗店。

“在我的记忆中，”古思说，“好像7年级以前，我一直是个不爱说话的小孩儿。那时我对理科和数学很感兴趣。我也不清楚我是怎样喜欢上的。我记得看过一个叫《魔术师先生》的电影，然后我就开始阅读《科学美国人》。哦，我的记忆里，7年级以前，我有几个朋友，但不很多，7年级以后我才变得爱和人交往。”

他回忆说自己最糟糕的是垒球，但他的数学很优秀。在他还上小学时，小艾伦就找来一些超前的数学书，自学平方根和代数。他不作数学题时就画图设计宇宙飞船的模型，当然都没有建造出来。他五年级时，苏联的人造地球卫星发射升空，于是美国陷入了技术上缺乏自信的时期。海兰帕克小学，和许多其他学校一样，为了响应人造地球卫星对美国的挑战，为尖子生设立了一系列的超前学习班。古思被推上了学习的快车道。

后来有一段时间他没有什么记忆，因为那段时间他对理科和数学没有了兴趣，他搞不清数学和理科各分支学科的界限。他只是想重点学习点什么东西。他尝试着接触化学，但持续时间很短，他觉得化学不能解决最基本的问题。“尽管那时我并不了解理科的概念，

我还是在中学时就决定了，我的兴趣是要搞懂自然界的基本定律。很快，我意识到物理学是这样的一门科学。”

“我能肯定我在上中学时就决定要当一名物理学家了，然后也许是在上大学时我决定作一个基本粒子物理学家。但从没想过要做一个宇宙学家。”

古思爱和一群也喜欢数学和理科的朋友们在一起。他们一起学习课本以外的物理和数学，课余时间讨论现代物理学，认为那是一个令人陶醉的神秘世界。古思特别着迷于相对论和量子理论中相互矛盾的地方。“这有些荒诞，但确有道理。”

等到初中开物理课时，古思和他的伙伴们已经自学完了，于是老师就放任他们到教室后面的实验室里。这一年他们是在实验和打斗中度过的。

接近学期末时，古思的老师对他说，他在海兰帕克学校再呆一年也不会有什么进步，建议他提前申请入大学。毕业指导老师问他愿意去哪个学校。

他了解的只有哈佛和麻省理工学院。他的姐姐在剑桥的莱斯利师范学院读书。古思曾经到过剑桥，很喜欢那个地方。他认为，如果你想接受优秀的全面教育，去哈佛；如果你真的想学习理科，就去麻省理工学院。

“于是我说去麻省理工学院，”古思告诉我，“他们说当时已经超过申请的最后期限了，但他们会给麻省理工学院打电话，让他们考虑接收我。一天之内，他们告诉我已经和麻省理工学院谈过了，看起来大学已经准备接收我了。”仅仅一个电话就把问题解决了？“也许是这样，”他谦虚地补充说，“我猜是因为我的学习成绩优秀吧。”

古思拿到了全额奖学金。1964年秋天他来到了剑桥，与施拉姆同年入学。当时他们都是物理学专业的学生，未来的宇宙学家，但他们是在15年后才打交道的。

“我想像的麻省理工学院是一个书呆子聚集的地方，”古思回忆

道，“所以，当时我认为到麻省理工学院以后，学习是班里的中等，但会是辩论队里的新秀，还会是跳远健将。结果我在这两方面都是落后。跳远方面，我发现一个非洲学生能比我多跳4英尺。在辩论队里，我得知有一个人是前一年全国中学辩论比赛冠军队的成员。所以我根本就不值一提。”

古思练了一年跳远后放弃了，在辩论队里呆了4年，有很多乐趣，但从未成为过主力队员。那时的照片中，穿着辩论服的古思显得消瘦、紧张，有点儿像小肯尼迪，笨重的黑边眼镜架在高高的鼻梁和颧骨上，略有些长的头发梳得整整齐齐。

实际上，对古思来说，麻省理工学院的学业要比中学轻松许多。课程全部是理科和数学，学校对他的语文和历史要求不高。他把精力完全集中在物理学、粒子物理学，然后是理论粒子物理学（研究基本粒子运动的原理）方面。暑假他回到新泽西干一些办公室的工作。有一年，他给拉特格斯大学的一个社会学家归纳数据；还有一年，他在贝尔实验室做有关激光的工作。

他对真正的科学有所体验，是上本科时一次在麻省理工学院的回旋加速器实验室里实习的时候。回旋加速器是一种旧式的粒子加速器，利用磁场使电子以99%的光速旋转，然后让它们撞击到一个目标上。麻省理工学院的回旋加速器与70年代兴起的加速器的不同在于，它可以安装在一个房间里，由一个人操作。通过研究电子怎样从目标处弹跳回来，古思可以分析出使电子方向发生偏转的原子核的结构，然后推断出使它们结合为一体的作用力。“我觉得非常好。当你是一个刚刚开始学习的本科生时，你的感觉就是一个学生，不是科学家。那时我第一次有一种科学家的感觉。”

三年级快结束时，古思开始担心征兵问题。他于是改学一个需要五年时间的课程，这样他可以同时拿到学士学位和硕士学位，就等于在麻省理工学院读研究生。1969年他拿到硕士学位后，想继续呆在学校里。麻省理工学院给了他每年4 000元的奖学金并提供学费。按当时的生活水平，这笔钱可以让他生活得很宽裕。他和另外一个

研究生在附近的萨默维尔买了一套公寓，是那种工人阶级水平的结实的三层楼房。

古思通过延长在麻省理工学院的学制而躲避入伍的决定反映了一种很现实的态度，但是那个时代的激情还是很快感染了他。60年代末，麻省理工学院和整个社会一起感受到越战的革命烈焰。大学里有几百万元的防御科研经费，于是一场诚挚的自我反省运动处在紧要关头。正像麻省理工学院的学生自我反省那样，技术的工具应该为谁服务？古思记得参加过在麻省理工学院的地下室里举行的会议。1970年秋季，肯特枪击事件和对柬埔寨入侵使大学关门后，古思参加了罗伯特·德里南神父的反战竞选运动。德里南神父是基督教的牧师，也是波士顿大学的法学教授。他竞选本区的议会，他所在的区地理上在剑桥周围，但行政上不包括剑桥（它属于蒂普奥尔尼区）。

古思负责在德里南沃特敦的办公室里接电话，并挨家挨户发传单，这种方式曾在1968年麦卡锡竞选运动中广为采用。他还至少对教徒发表了一次反战演说。“我是麻省理工学院辩论队的，”他提醒我说，“我一直对发表公众演说感兴趣。在公共场合讲话，我不会犹豫的。但我不是一个领导者。”

德里南竞选成功，在教皇命令所有的牧师退出选举政治前，他任职了好几届。与此同时，古思还卷入了另外一场革命。

到60年代中期，物理学处于一种胜利的混乱状态。某个意义上说，这是归纳论带来的伟大的、甚至有些高傲的成就。当时归纳论认为，自然界中的一切，从日落、瀑布、蚊子一直到高贵的星系，都可以归纳为四种基本力的相互影响，或者用物理学家喜欢的字眼，相互作用。

其中两种力是有物理学以前人类智慧范围里已经了解的：一种是引力，爱因斯坦的广义相对论把它解释为弯曲的时空；另一种是电磁力，所有的证据显示，它解释了从静电吸附到“哥伦比亚广播公司晚间新闻”播放的一切。爱因斯坦倾注后半生试图把这两种力

合为一个理论。正当他为此努力奋斗时，20世纪的核物理学又增加了两种力，就是所谓的弱核力和强核力。弱力会引起几种辐射衰变。强力能把原子核聚到一起。

像特纳这样的物理学家讲话时，经常把这些力——或“相互作用”——比喻为粒子间交流使用的语言。物理学（和宇宙学）中某些丰富和深奥的东西来源于这样一个事实，就是并不是每一种粒子都能对每一种力作出反应。在原子的巴比伦王国中，并不是每个成员都能理解别人所“说”的语言。质子能够理解所有的力，并作出反应。但像躲躲闪闪的中微子，只能通过弱力和引力与其他成员发生作用；它们不会和其他的力“讲话”，也听不到周围的吵闹。粒子物理学家的工作，就是弄清楚物质的组成，并了解各组成部分窃窃交流的语言。也许更大的雄心是发现这些不同语言之间的共同规律。

60年代初，写几个方程式就能解释所有的物理问题看起来还很遥远。四种力中的每一种都是一个小小的理论和实验的王国。错综复杂的引力王国是最遥远的；证实广义相对论的效果所需要的规模过于宏大而不可能在实验室里再现。其他三种力有一个共同点，就是它们的运动场地都在原子里。原子里的活动规则叫做量子场理论。

对于发现这个理论的一代物理学家来说，无论它的原理有多么抽像，体现量子力学的物理学已经变成一台诡计多端的数学机器，要求古思这一代研究生学会操作使用。根据量子场理论，基本粒子是遍及整个宇宙作用场中能量的聚集，一个能量场对应一种粒子。基本粒子犹如看不见的海洋，填满了粒子之间的空隙，并通过媒介粒子使各种力在它们之间传递。在量子水平上，四种基本力的物理学有点像一场难以控制的接球游戏。这些力在粒子之间通过像抛来抛去的垒球一样的小能量波包传递着。世界被分为叫费密子的物质粒子，和叫玻色子的传递力的粒子。

一切都按照粒子物理学的规则进行，麻省理工学院是一个粒子物理学家的工厂。本科生在这里学习加速器设计的基本原理。古思和他的朋友们学着“开动这台机器”，并学习波函数的计算。

古思很早就开始研究能把原子核聚到一起的强力，这像一个古怪的游戏。一个原子由一层带负电的电子组成，这些电子围绕一个质子和中子的小球运动，尽管这个小球的大小只有这个原子的万分之一，但它实际上却包含了原子全部的重量（每一个质子或中子的重量都是一个电子的2 000倍）。强力必须克服带正电的质子在微小的密集的核心感到的巨大静电排斥。

根据古思进入麻省理工学院那年提出的一个新理论，质子、中子和介子的重粒子（它们的数量在疯狂地增长）实际上根本不是基本粒子，而是一些更小的东西的集合体。这个理论的提出者之一，加州理工学院的格尔曼按照《芬内根的守灵夜》中的用词，把它们命名为夸克。

在这个设想中，每个质子或中子由三个夸克组成，每个介子由两个夸克组成。在数学上，夸克的思想是很有威力的，因为仅仅三个类型的夸克——它们的名称很新奇："上"、"下" 和 "奇怪"——与它们相对的反夸克可以对全部的基本粒子作出解释。但这个理论的问题是，从没有人在自然界中看见过任何类似一个独立的夸克的东西。物理学家们怀疑，夸克是实际存在呢，还是人们合理的虚构。

麻省理工学院中一个比较流行的解释，也是古思博士论文的选题，就是夸克的重量非常之大，把它们聚合到一起的力非常之强——以至于现在的粒子加速器不可能产生足以使夸克从质子中分离出来的能量。但也许有一天……古思试图计算出介子的结构。然而，利用现有的方程，只能做近似的计算，就是说古思必须要借助计算机。

在这期间1971年，古思和中学时的恋人苏姗结了婚。苏姗在道格拉斯学院学习法语，之后在一所私立学校教书。那年秋天，古思的论文还没有完成。由于普林斯顿大学提供给他三年博士后的奖学金，他们搬到了那里。古思的生活渐渐面临困境。他想干的工作是当助理教授，继续搞科研，但是各所大学为了应付婴儿潮出生的一代，把所有的职位都填满了。如果选择作博士后，每年可以拿到

12 000元钱，还有科研用的办公室。这种生活就好像飞机在做空中盘旋，有一个缓冲的机会，你可以决定将来如何发展。

古思颠簸的生活还是满舒适的。对他来说，12 000元是一笔可观的数目。古思习惯了中产阶级的生活。后来他说那一段是他一生中最有保障的日子。他们住在一套属于学校的两个卧室的公寓，然后他们用剩下的钱买了一辆新别克云雀车。

普林斯顿是著名理论学家云集的地方。在那他结识了另外一个博士后，他们继续搞古思的夸克计算。一开始，古思不对外宣布他的研究，又像那个少言寡语的孩子了，他的生活就是教学和写论文准备发表。他沉默的禀性结果成了一个祸根。

“确实就在我刚刚完成我的研究时，一个叫做量子色动力学的新理论出现了，”古思有些后悔地笑着说。“它从一个完全不同的角度看待夸克之间的相互作用。所以，我的论文随即就变得过时了。”量子色动力学（QCD）赋予夸克一种叫色的新的量子特性。夸克有三种“颜色”——红、绿或蓝——在一种有趣的力的作用下相互吸引，这种力越强，夸克之间离得越远。色力由一种叫胶子的粒子传递。于是质子成为一个很繁忙的地方，里面三个点状的夸克像彩虹一样分布，它们在一大片胶子中蹦跳，就像三年级的孩子在打雪仗。

在这个理论中，单个的、“自由的”夸克看不见的原因是，它们之间的色力像一根弹簧。你拽夸克的力越大，胶子的反弹力也越大，直到你积攒了足够的能量，使一对新的夸克-反夸克出现，弹簧会因为两端有新的夸克而绷断。当夸克离得很近时，它们之间感不到任何力的作用，就像牢房里用镣铐铐在一起的两个犯人，他们之间的距离还没有镣铐长。如果说中微子是宇宙中狡猾的精灵，那么夸克就像30年代文学作品中的共产主义分子，和他们不透露姓名的兄弟一起绑在三人牢房里。

当古思听到量子色动力学时极为自责，因为其中很重要的一部分是由他认识的普林斯顿大学的人搞的。他当时没有注意，以为那是另外一个理论。

当古思在普林斯顿的任期快结束时，他感觉自己的事业没有任何进展，惟一发表的东西就是那篇有关夸克过时理论的论文。现在抢椅子游戏又轮到他了，他要负责系里的工作，要阅读布告牌上的通知，撰写信函和召集各校物理学系的朋友开会——一项很烦琐的联络活动。古思处境很困难。最后在学期快结束的时候，在普林斯顿大学物理学系系主任的帮助下，他得到了哥伦比亚大学三年的博士后职位。1974年，古思夫妇打起精神搬到了曼哈顿。这一次，这对收入不高的夫妇在西第76大街勉强买了一套一个卧室的公寓，房子里带橱柜的一个角落用作厨房，现在这个地方已经成为雅皮士[1]的乐园。他们的别克车在新泽西跑来跑去。苏姗现在挣的钱很少了，因为她惟一能找到的工作就是在一所私立学校做兼职教师。当然，纽约对他们来说有很多乐趣，他俩是狂热的电影迷。

到那儿以后，古思找到了应该做的工作。量子色动力学的成功孕育了粒子物理学领域里的一次革命。当这场革命正在征服强力时，剑桥和其他地方的理论学家们开始综合对弱力的理解，把它与电磁力统一起来。这些并不是新的理论，它们是规范理论的一个新的部分。规范理论发源于五六十年代那些不很系统的思想。突然间，这个理论成为未来的趋势。

这场革命可以说是在古思不知道的情况下发生的。他在麻省理工学院时并没有人讲授规范理论，他甚至在普林斯顿也没有补上这一课。他承认说，“普林斯顿是规范理论的中心。”在哥伦比亚他没有教学任务，于是古思决定自学新物理学。

新物理学的核心实际是一个古老的思想，就是对称的概念。任何照过镜子，或对花瓶的形状表示惊叹，或欣赏过雪花六个瓣的人，都会感受到对称的美。在艺术和自然界中，某个东西对称就是说它从各种角度看上来各个地方都是一样的，比如60度角旋转的雪花。事实证明，对称概念在数学，因而也在物理学中起着重要的作用。

①中上阶层的年轻专业人士，是Young Urban Professionals首字母缩拼加词尾构成。

在数学中，对称就是当一个体系发生转变时，其中的某个部分保持不变。例如，一支在旋转或是从弓上射出的箭，其长度不变。

爱因斯坦意识到，在所有的情况下和时间里——无论你在地球上还是在火星上；无论你向上看还是向下看；无论你是运动的或是静止的，还是在绕圈；无论时间前进还是后退——对普遍适用的真理和定律的探求，其实就是对某种对称的探求。对运动和非运动的观察者来说，物理学的定律应该相同，这一原则构成了相对论的基础。在物理学家们看来，真即是美，美即是真。

事实证明，自然界和自然界定律大多存在于对称之中。能量或电荷守恒的论述实际上就是对称的表现：自然界中，某些东西在转化中保持不变。20世纪初，格丁根大学的艾米·尼约特女士扩展了这个观点。尼约特认为，自然界中只要有对称的东西，就有能量的守恒。因此，对物理学方程式的寻求，就是对它们所体现的数学对称的寻求。

这个思想于1954年在长岛的布鲁克黑文国家实验室得到了最大胆的表述。那里的两个理论学家，杨振宁和罗伯特·米尔斯提出了一个理论，由于某些隐晦的历史原因，他们称之为规范理论。他们得出结论，所有的作用场都是自然界在空间的任何一点力求恢复和保持对称的结果，有点像水，总要保持平面。如果一个滚动的球速度减慢或是失去动力，就说明，一定有一种力，也许是上坡的引力，作用在小球上面。如果你想随意扭动和拉长一片雪花，自然界就会以收缩和延伸的力进行反抗，从而维持恒定数量的整体的平衡。杨振宁和米尔斯的意思实际是，自然界中的一切都是对称的。对每一种特性或是量子数，就有一种力维护着它，而且每一种力在某个数学的空间都与对称相联系。美不会被否认，它是物理学的源泉。

20年来，杨-米尔斯理论只是物理学家魔术口袋里的一件工具，直到60年代和70年代，它才被用来把自然界四种力中的两种统一为一个理论。

这个理论是由独立工作的三个人组合到一起的。实际上有两个人是和古思同时到剑桥的，一个是哈佛的谢尔登·格拉肖，另一个

是麻省理工学院的斯蒂芬·温伯格。他们是粒子物理学历史上的重要人物。他们在纽约长大，在上各自的大学之前，一直是朋友，也是布朗克斯理科学校和康奈尔科幻俱乐部的成员。10年后他们都在为通往诺贝尔奖的理论——现代物理学的一个里程碑——而奋斗，两人都来到哈佛。他们的外貌很有戏剧性，好像课本故事中两个截然不同的人。格拉肖个子很高，一头银发，健谈开朗，喜欢开快车，讲话时嘴里的雪茄跟着一动一动的，脑子里的思想总像火花一样蹦出。温伯格长着红色的头发，讲话的声音像牛蛙，外表很忧郁。他很早就是一个宇宙学迷。他早期的一些思想在1977年他写的一本有关大爆炸的书《最初的三分钟》里有所体现："宇宙越是看起来让人觉得不可思议，"他写道，"它也就越乏味……了解宇宙的努力是一件能把人类的生活提高到闹剧水平之上一点点的少有的事情之一，它使人类稍微远离悲剧。"

格拉肖是1960年在哥本哈根的尼尔斯·玻尔研究院呆的那段时间里开始研究电弱理论的。在那以前，理论学家们一直在构建弱力的理论上面临很多困难。格拉肖建议这个问题可以通过把弱力和电磁力合成一个理论来解决。电磁理论遵循自己的对称原理，但是把它和弱力并列时，会自然地出现一种更深层次的对称。这两种力相辅相成；它们是一种基本力（或叫做对称）的两种不同表现形式。

这个思想是完美的，但有一个明显的问题。格拉肖的理论把光的携带者光子，和传递弱力玻色子的所谓的W粒子视为兄弟。问题是，光子没有重量，以光速运动，就需要W粒子的重量很大，后来证实W粒子大约有1 000亿电子伏[1]。这是一个看起来并不对称的关系。格拉肖不能解释他的电弱玻色子的兄弟关系为什么不平衡，一些有重量，而一些没有重量。

结果，他的理论沉寂了近十年，直到他的老同学温伯格和巴基

---

①粒子物理学家把粒子的重量表示为它们的能量当量。1个电子伏是一个电子在1伏的电子场中被加速所获得的能量。一个静止的电子的重量约是10^{-27}克或511 000电子伏。质子和中子的重量都约为1.7×10^{-24}克或9.38亿电子伏。

斯坦理论学家阿卜杜勒·萨拉姆以不同的方式把这个理论解救出来。

温伯格和萨拉姆的成功都是把这样的方法用于粒子物理学的研究中，就是让美的理论在现实中显得很丑陋。这个方法是现在在麻省理工学院的杰弗里·戈德斯通提出的，由苏格兰物理学家彼德·希格斯进行阐释的，它可以帮助解释超导现象。这个过程被称作自发对称破裂。它根据的原则是，一个对称的问题会有一个不对称的答案。比如说，想像一支铅笔平衡地立在笔尖上。这一刻，这支铅笔是对称和平衡的模型。但这个情况不会持续很长时间，因为铅笔很快就会倒下。它会倒向哪一方呢？它有可能倒向任何一方，但最终只能是一个结局——平躺在桌子上，指着某一个具体的方向。这就是对称问题的一个不对称的答案。

立在笔尖上的铅笔，对应了格拉肖的弱力和电磁力之间的完美对称的模型。电弱力是上帝的旨意，是柏拉图式的理想国。在这个模型中，所有的玻色子都没有重量。这就是宇宙开始形成时的样子；在高能量和高温下，弱力和电磁力是相等的。倒下的铅笔代表了今天的宇宙中这个理想国的表述，一些玻色子有重量，其他的玻色子没有重量。我们今天所看到的是打破了的对称。温伯格和萨拉姆说，这个世界建立在美和对称之上，但是当能量很低时，这种美和对称就隐藏起来，如同古老的伊甸园一样消失，它们只有通过在物理学的线索中辛勤挖掘，用数学的方法才能重新构建。

是什么使铅笔的倒下失去美感的呢？对称是怎样被破坏的呢？为了回答这个问题，温伯格和萨拉姆利用了一个重要的新的宇宙实体，叫做希格斯场。它被认为弥漫在整个太空，并与其他的量子场发生作用，从而决定基本粒子的性质。

为了解释对称破裂的形成，温伯格把希格斯场比喻为海洋。电弱对称的破裂就好像水结冰。一个水分子的组成是两个氢原子附着在一个氧原子上，形状像敞口的V形。在冰点32华氏度以上，一个单独的水分子可以指向任何一个方向，所有的方向对它是一样

的，这个分子的空间是对称的。在冰点以下，水分子与冰晶结构结合到一起；水分子就不再是自由的了——所有的方向也都不再一样。

从液态到固态，或者从气态到液态的转化叫做相位跃迁。温伯格提出宇宙从高能量到低能量的转化中，经历了几次这样的相位跃迁。只是在宇宙的转化中，“结冰”的是希格斯场，消失的不是空间取向的对称，而是基本粒子的力和重量之间的对称，力变得不平衡了。从平衡开始的物理学，像一支倒下的铅笔最终偏离了中心，最后被希格斯玻色子毁坏。物理学中的某些甜美变得模糊起来。

根据温伯格和萨拉姆的计算，这个“结冰过程”，也就是电弱力的对称破裂，要发生在1 000亿电子伏或100京电子伏[1]的能量下。这就说明，如果物理学家能使粒子加速器产生那么大的能量，他们就可以在一个微观爆炸中迅速“重新溶解”希格斯场，从而恢复电弱力完整的对称。

对于每一个相信大爆炸的人来说，这个过程有许多重要的宇宙学含义。100京电子伏的能量相当于宇宙在兆分之一秒时的能量。如果温伯格是对的，整个宇宙在那时经历了一个倒退的相位跃迁，而且这也不是惟一的一次相位跃迁。如果应用更加强有力的对称原则，还会有其他的自然力和电弱力相互协调。也许对称分为不同的等级，在温度越来越高，时间越来越早时，不同等级的对称遭到破坏，伴随着的是一系列的相位变化——希格斯场的“冻结”。

简言之，在大爆炸早期极热的阶段，物理学定律自身也可能随着新生宇宙的膨胀和冷却在演变，从简单美丽的阶段到复杂丑陋的阶段，各种力一个接一个地从原始的整体中分裂出来，就像古老的天神在吵架。看起来，甚至连物理学本身都是大爆炸的产物。如果事实是这样，那么希格斯场在物理学演变中就不是一个隐蔽的配角，而跃居为主角了。这就是物理学家称为真空的实质所在，而物理学定律就体现在这没有遮掩，没有修饰的时空的真空之中。

---

①1个京电子伏是10^9电子伏。

然而在那个时候，60年代末期，几乎没有物理学家（温伯格除外）拿大爆炸当回事。格拉肖本人经常讲一些贬低宇宙学的话。他对对称破裂概念作出的反应是俏皮的，甚至有些不恭敬。他说这是一个美的理论中的一个丑的事情，尽管它是必要的。他把它比喻为卫生间，说尽管这个设施是房子中必不可少的部分，但也不是你想炫耀的东西。他取笑温伯格，把他称为粒子物理学中的托马斯·克拉普。1979年，当温伯格和格拉肖在他们和萨拉姆获得诺贝尔奖的庆功会上一起打开香槟时，他们之间已经有了很大的隔阂。最后，温伯格离开了哈佛，在得克萨斯大学找了一份高薪的工作。

当古思在麻省理工学院时，温伯格是他心中的英雄，尽管那时他对温伯格的研究一无所知。他皱了皱眉，努力回忆着。“哦，我想温伯格是我在上研究生时来的，大概是1967年，1968年，差不多吧。他认识我吗？我想不。不过我们见面时他确实和我打过招呼，他认得我的脸。”

“当时我对粒子理论的理解还只是《科学美国人》的水平。尽管我意识到温伯格在理论界很有影响，但不知道为什么。我有个感觉好像谁也不知道为什么。他是一个出色的理论学家，但人们认为他的贡献没有那么重要。”

格拉肖理论的一个副产品是对所谓的中性流弱相互作用的预测，这一点使施拉姆很兴奋。1976年，当这些作用被欧洲核子研究中心和费米实验室的物理学家们发现时，整个科学界都认为这个理论是正确的。一种新的力恰好就在对称规定的地方出现——一个胜利的美。

当古思到哥伦比亚以后，他觉得有必要再学习一些新的知识，于是开始学规范理论。“哦，学习得比较轻松，”他这样讲，“我想我应该能轻松地学。这不像从头学粒子物理学那样。它是对一种量子场理论技术的详细解释，而这个我在上研究生时学过。”他停了一会儿，考虑着这样说是否妥当。“我认为可以公正地讲，即使就传统的量子场理论而言，我在麻省理工学院学的东西还是有些落

后。"

不管怎样，杨-米尔斯的观点很快影响到了古思。他参加了哥伦比亚的一个理论家小组,他们通过提出和解决与对称破裂和希格斯场有关的数学和技术的问题，自学规范理论。他们研究电弱力使用的模型不是格拉肖的，而是一个更简单，更容易计算的模型，他们希望这个模型即使不能展示物理学详细的客观结果，但也应展示出基本的原理。古思称它为"玩具"理论。实际上，他并不了解格拉肖-温伯格-萨拉姆的模型基于一种更有趣的对称。

他们研究中一个奇怪的想法是，对称破裂过程会在宇宙中留下痕迹。希格斯场不会只是一个深奥的抽象的东西。根据计算，这个场可以和那些不会消失的能量块儿连到一起。这个听起来有些荒谬的结果使宇宙发生了转变。这就是比喻中那支代表希格斯场的可能倒向任何方向的铅笔落下后的结果。当希格斯场很多的时候，不同地方的希格斯场会倒向不同的方向，就像吹动的头发。

当宇宙冷却时，太空里的每一个地方，物理学的对称定律会有细微的差别，就像同一个结冰的水池中不同地方的冰晶会有不同的取向。当不同的域壁相互融合时，结的冰或是真空——物理学的基础所在——中，会出现裂纹或是不连贯的地方。根据对称破裂原理和粒子物理学定律，这些不连贯的地方、痕迹、或是裂纹，会在太空中形成点、线或壁。它们都会和神秘的希格斯能量发生作用。

在莫斯科的泽利多维奇听到这个想法时感到有些吃惊。在希格斯场可能出现的三种裂纹中，壁是最容易被发觉的。它们延伸在宇宙中，会因为有能量和重量而闪闪发光，它们以光速运动，能毁灭一切阻碍它们的东西。70年代中期，欧洲核子研究中心的物理学家们提出一个计划，建造一个能量足以使希格斯场重新融化的加速器，让质子和反质子碰撞，争取再现初始的统一的对称电弱力——一个初始上帝的重生。由于担心这样的实验会诱发壁的形成，从而使其扩展并毁灭宇宙，泽利多维奇进行了几个月的疯狂计算，最后得出结论，实际中也许不存在这样的壁。如果真的存在，那宇宙就不可

能像我们看到的这样均匀，星系会堆积在某个地方，微波背景也会偏向一边。

古思和其他人用的玩具模型产生了点状的裂纹，这是没有破坏的对称里小小的核心，在这些微小的区域内，旧的定律仍然适用。这些小核心具有一种找寻了很长时间的假想粒子的特性，这种假想粒子叫做磁单极子。我们知道，自然界中的磁石有两个看不见的极——南极和北极，就像一根绳子的两端或是一对夸克。一个所谓的单极子有可能是北磁极，也有可能是南磁极，与相对的磁极不相连。

单极子是粒子物理学中的独角兽——想像中很神奇，但不可能看到。没有定律允许它们的存在，所以物理学家们在月球岩石，海洋沉积和宇宙射线中对磁单极子的寻找都是徒劳的。尽管单极子只是想像世界中的一个转折点，但它毕竟是一个巨大的诱惑。诺贝尔奖正等待对它的发现。

尽管单极子与粒子加速器以外粒子的排列没有直接的关系，但古思还是觉得这是他喜欢并最合适的题目。谈到这一点时，他笑了。“我喜欢把事情弄得很精确。我确实喜欢能用数学精确定义的问题，喜欢用有限的投入找到能精确定义的答案。当你想表述要解决的问题，写下所有相关的公式，把它变成数学问题，然后找出答案。把所有已知的东西都写出来，再往下进行。”当然，宇宙学不是这样。

古思和他的朋友们知道，他们距诺贝尔奖很远——他们甚至没有应用一个现实的理论。他们只是把这些时空中的转折点当作一个数学知识的实践场所。古思用路径积分的方法进行计算，这个方法比规范理论学家使用的方法更加严密。“如果我的胆子再大一些，”他说，“我就会跨过这一步，全力去搞新物理学。但如果那样，我就不可能精通单极子的研究了。”

但如果是那样，宇宙学的历史也许会重写。

13

不情愿的宇宙学家

在大苹果[①]的三年，古思已成为对称破裂的专家，能熟练计算希格斯场在冻结时的扭曲数学值并试图把其中的皱褶弄平。1977年，当他在哥伦比亚的任期快结束的时候，他感到自己有了一些进展。他们的小组发表了几篇论文。这时他拒绝了洛克菲勒大学提供给他的博士后任期。

“在哈佛，我被认为是一个助理教授职位的最后人选，这就等于判了我死刑。”他有些讥讽地说。众所周知，哈佛的助理教授不可能在哈佛长期任教。幸运的是，古思逃脱了。哈佛从康奈尔大学聘了两个人，这样就在康奈尔空出了一个职位。于是，古思得到了康奈尔的三年博士后任期。

古思夫妇再次整装，向北部前进。这时苏姗已经怀孕。过了曼哈顿，伊萨卡显得又冷清又狭小。这是他第三次做博士后。他在这条道路上似乎走得长了些。我问古思，当他的同伴都在赚大钱时，他为什么能保持如此乐观？“在我的记忆中，我没有失望过。这也许看起来有些奇怪，”他承认说，“我并不担心是否能有个稳定的工作。我只要能搞物理就行了，不想操心将来的事儿。”

古思一向就爱回避物理学的热门话题，这一次照例还是这样。当温伯格、格拉肖和萨拉姆的电弱理论已经向诺贝尔奖发起最后攻势时，古思才刚刚涉足这个理论的浅层研究，他决定放弃这个课题。尽管他从哥伦比亚带来了一些工作，他还是打算回到夸克的研究。

这一次，他的决定是明智的。古思在康奈尔的第二年，亨利·

①纽约市的绰号

泰伊来了。泰伊出生在香港，在麻省理工学院比古思晚两届。他曾经作为博士后在斯坦福直线加速器中心和费米实验室搞过研究，试图预测高速运动的基本粒子撞击的后果。当时康奈尔正在建造电子和正电子对撞的加速器，需要泰伊来工作。可当他1978年到那里时，设备还没有安装好。泰伊急于想搞一些基础性的研究，比如宇宙学，他需要一个搭档。

泰伊的记忆中，古思非常聪明，和他在一起探讨问题总是很有意思。他非常高兴地看到，做了多年博士后的古思仍然和以前一样，仍然对物理学充满了孩子般的热情。他周围的人都泄气了，担心搞不出什么名堂，纷纷退出经商去了。泰伊认为最容易泄气的应是古思，但相反，他依旧热情似火，才华横溢。古思觉得这其中一半的成绩应归功于苏姗，一个不折不扣的支持者。

泰伊也对磁单极感兴趣，但他比古思在哥伦比亚的伙伴们的视野要开阔。尽管他对磁单极不了解，但他知道从哪里入手。一天，他问古思磁单极是否可以在大统一理论中产生。

古思天真地问，“什么是大统一理论？”

其实，大统一理论，简称GUTs，是物理学中最热门的话题。泰伊的解释是，大统一理论试图把三种量子力——电磁力、弱力和强力——统一到一起，就像电弱理论把电磁力和弱力统一起来一样。大统一理论中有两个对称破裂阶段。首先，强力和电弱力分离，它们各具特点；然后，电弱力按相同的方式分裂成它现在的组成部分。所以根据大统一理论，在宇宙史最早的那个瞬间，希格斯场至少有两个机会可以和能量块儿结合在一起。古思点了点头。于是泰伊开始给古思讲授大统一理论——不是理论的全部，而是能让他们着手进行单极子问题的研究就可以了。

从这以后，古思的研究开始突飞猛进。

早期的大统一理论是格拉肖和他哈佛的同事霍华德·格奥尔吉的智力产儿。在所谓的规范理论中，这是继使物理学家激动无比的电弱统一理论成功之后的第二个步骤。原理是一样的。根据这些理

论，每一个所谓的基本力对应一种对称性。格拉肖认为，弱力和电磁力的对称是一种更广义的对称的一部分。他和格奥尔吉的推理是，电弱力和强力对称性本身还有可能是一个更深层次和更广泛意义的自然界对称的一部分。

下面就是物理学家写出的地址：我们住在……的室女座超星团，本星系群，银河星系，太阳系，地球，北美洲，美国，纽约州，纽约市，曼哈顿岛，西第四大街。弱力是电弱力的一部分，电弱力是大统一力的一部分，大统一力是原始超大统一力的一部分（如果它们能在引力作用下凝聚到一起），依次类推。在理论上，他和格奥尔吉总是可以借助更广泛意义和更强大的原则（直到没有力为止），把更多的基本力包含在大统一模式中。

法国数学家埃利·卡尔唐用了大半生的时间，把对称性的各种可能表现形式进行列表和分类。从最简单的镜中物体的对称，到496维度的旋转对称。电磁属于一种比较简单的对称——圆圈的旋转。弱力和强力可以表示成某种二维和三维的旋转。

为了构建他们的理论，格奥尔吉和格拉肖利用了卡尔唐的对称性列表。能够把电磁力、弱力和强力包含在一起的最简单的对称形式叫做SU（5），它是五维数学空间的某种旋转。

这个理论还把夸克（能组成类似质子和中子的重粒子）和较轻粒子（所谓的轻子，比如电子和中微子）视为兄弟。现有的这些不同种类的粒子、夸克和轻子，可以通过交换X玻色子（一种重量较大，能传递力的粒子）相互转化。这就意味着，中微子和电子的种类数应该和夸克的种类数一样，也就是说，施拉姆、冈恩和斯泰格曼对中微子种类的确定具有重要的意义。

夸克和其他较轻粒子之间的可互换性，有两个重要的后果，一个关于宇宙的过去，另一个关于宇宙的将来。在膨胀的宇宙中，这是一个漏掉的因素，它可以解释早期宇宙中物质和反物质的不匹配是怎样演化的。在大统一的极高能量下，物质或者反物质可以独自地毁灭和生成：一个质子没有必要一定遇到一个反质子才灭亡——

它可以自行解体。从长远的观点看，这是对由普通物质形成的宇宙，即由原子、星球、苹果和宝马车构成的宇宙，宣判了死刑。这意味着，我们熟知和喜爱的构成物质的质子，最终会不稳定地辐射；最后在10^{30}年以后，如果宇宙能坚持到那时，质子会释放出X玻色子而消散。①在命途多舛的永恒宇宙中，物质只是瞬间的存在，只是昙花一现；任何东西都不会保留下来，包括米开朗基罗、巴赫或特朗普的作品。所有的文字材料都将不复存在，墨水中的原子会消散，纸张也会消散；所有计算机的存储器也都将灰飞烟灭。

根据计算结果，力的大统一需要的温度是10^{27}K或能量是10^{14}京电子伏，这样才能使对称恢复并被直接观察到。这个能量是费米实验室改进后能量的1 000亿倍。瓦格斯认为一个粒子加速器需要用几光年的时间才能达到这个能量。物理学家们检测大统一理论的惟一希望，就是那个可怜人的加速器——宇宙。

10^{16}京电子伏的温度对应的是大爆炸中刚刚10^{-35}秒时的宇宙，当时它只有葡萄柚大小。大统一理论打开了一条通向时间联想王国的道路，这使得电弱力和核合成的时代看起来是那么得久远。如果有可能，现在我们可以把宇宙膨胀的电影回放到第一秒中的某个时刻，那时的万物只是一个火花，一颗精巧的压缩着无限可能性的种子。

如果我们把时间进行切分，量子不确定性可以决定我们能在多大程度上接近那个假设的开端——奇点。在大爆炸后兆兆兆分之一的千万分之一秒时，写下的数字是10^{-43}，有一个普朗克时间。这时，时空几何中的量子不确定性和宇宙一样大，这就意味着，小于这一

①这引发了70年代末期对质子衰变迹象的大规模的国际性搜寻研究。物理学家们现在仍在搜寻。寻找工作在深层地下进行，为的是躲避宇宙射线的干扰，在地下，大堆的铁或很多箱超高纯水通过电线与探测器，计数器和计算机相连，来记录爆炸的质子碎片的情况。至今没有发现任何迹象，随着质子寿命的最低限度为10^{32}年，理论学家们开始沿着SU(5)的思路考虑其他统一的模式，但更难以想像。实验者在他们进行的所谓“禅宗物理学”——静坐等待中，得到了另外的收获。1987年2月，至少有两个水箱探测到中微子喷发的过程，与此同时，天文学家在大麦哲伦云里探测到一颗超新星，从而证实了大量的中微子是在诱发爆炸的坍聚的核心中产生的理论，同时为中微子天文学提供了最早的实例之一。

点的时空是不可理解的。它们和没有测到方位或运动的电子一样，呆在那个被人遗忘的角落。

随着70年代末大统一理论的出现，引力变得不再适合，它成为量子扔球游戏中惟一无法解释的力。被惠勒称为前几何的所有定律的定律，也就是使宇宙飞起来的原理，仍然是无法想像的，但它至少不再是一个荒诞的思想。有这样的可能，在统一理论的数学范围内，引力被某种更广义更强大的对称性包围着。有些人半开玩笑地把它称为“全能理论”。在费米园地的宇宙历史中，宇宙肇始时的对称性遮掩了一切，然后宇宙就走下坡路了。在普朗克时间以前，可能讲同一种语言（已消失）的广义相对论和量子理论，在这之后开始讲不同的语言。

随着宇宙的膨胀和冷却，它内部的能量——一个辐射和粒子密集的地狱——在减少；每当温度降到临界值以下，就出现一次相位跃迁。这期间，各种力不断地分裂再分裂。物理学定律一点点变得不对称了。

据估计，引力是在宇宙第10^{-43}秒，温度是10^{32}K时，退出原始统一体的。这是第一次分裂，之后宇宙受两个规则的统辖：引力和大统一理论。然后是强力，最后是弱力和电磁力分裂出来。当宇宙到了10亿分之一秒时，根据标准物理学，兴盛的宇宙中有四种力和大约24种基本粒子在喧嚣。

这个模式中的第二次分裂，是宇宙在10^{-35}秒，大小是葡萄柚时发生的，大统一力分裂为强力和电弱力。也正是在这个时刻，泰伊考虑希格斯场是否会和单极子连到一起。

他和古思白天讨论，然后古思晚上回到家在厨房的桌子上进行计算。古思的习惯是个夜猫子。他总是工作到很晚，在实验室的笔记本上，用清秀的字迹刻苦地钻研着方程式。他在一步步地接近答案。第二天，他回到办公室和泰伊对笔记。当然他还要接电话，要接待客人，要参加各种研讨会。问题会提出，矛盾会出现。他如饥似渴地学习着统一理论。

“我想当亨利向我介绍SU（5）大统一理论的时候，我很惊叹，

一个简单的理论竟能容纳这么多物理学的东西。”

几周以后，他所学的知识已经足够能回答泰伊的问题了。确实，单极子可以在SU（5）对称性破裂的过程中形成。但古思的深入研究表明，对于基本粒子来说，单极子的重量异乎寻常的大，质量-能量相当于10^{16}京电子伏，所以一个单极子的重量相当于10 000兆个质子，相当于一个细菌——一个小生物了。

这说明，单极子没有什么魅力了，古思解释道，就像大统一理论预测的其他疯狂的重粒子一样。一般来讲，物理学侧重的是粒子加速器可以到达的，能量相对较低的情况下理论所能预测的东西——这样你可以做实验，检测这些想法。

泰伊没有被难住。“为什么我们不试着计算一下大爆炸中产生了多少这样的磁单极子呢？”他建议说。

古思吓了一跳。“起初，我对搞这样一项工作是很警惕的，”他狡黠地笑着说。“这个工作与以前所做的完全不同，因为这是一个没有答案的题目。尽管当时我不置疑大爆炸的存在，但我的确认为我们对它的细节了解得太少太少，要解决像产生了多少单极子这样的问题几乎是不可能的。”1978年到1979年的冬天，泰伊不断地和古思唠叨这个事情，但没有什么结果。

古思想法的改变一部分要得益于温伯格对康奈尔进行的一次春季拜访。温伯格把研究宇宙学作为一种爱好，并鼓励其他的人也加入进来。拜访期间，他做了一系列有关大统一理论如何能解释宇宙中物质和反物质不平衡的讲座。除了特纳、科尔布和其他许多人以外，他也在搞基本粒子起源的研究，采用的是霍伊尔和福勒研究元素起源和丰度的方法。如果我们能对大统一理论物理学和早期宇宙的详情做出合理的推测，那么计算的结果应该与我们从微波背景辐射中做出的推测大体一致：宇宙中，每一个质子大约对应10亿个光子，而且根本不存在反质子——反物质。这个物理学的伟大胜利对泰伊的触动很大。一旦你认为宇宙中盛行物质而没有反物质的问题属于物理学领域而不是神学领域时，他说，你就必须要想到某种大

统一理论了。

这个思想甚至对古思触动也很大。“很大程度上由于受到了斯蒂芬的影响，我才认为也许宇宙学的确值得一个受人尊敬的物理学家去研究，并得出合理的结论。”他说。

在温伯格的拜访期间，有一次古思和他，还有其他一些人谈起了对称性破裂和希格斯场的问题。宇宙学中的希格斯场会是什么样子的呢？有人问。在太空里的所有地方它们会取向一致吗？或者会有域壁分隔出不同的区域吗？这些人认为这是一个有趣的题目，如果能找到答案就太好了。

古思受到的另一个间接的、有点儿预先警世作用的影响是1978年罗伯特·迪克对康奈尔的拜访和所做的讲座。迪克描述了他和皮布尔斯论文中提到的难题和矛盾，就是那个所谓的平面问题。古思听得很仔细，但他对此的领悟是后来的事情。

“听这个讲座时，我还没有考虑搞宇宙学研究，”古思谈到迪克的讲座时这样说，“当时觉得新奇，尽管和我的研究没有关系，但我还是受到了很大的影响。他论述的问题是，对大爆炸后一秒时宇宙的膨胀速度应该进行精确计算。我记得他给出的数字是小于10^{14}。如果这个速度小于10^{14}，比实际的速度大，宇宙就会飘散，不会有星系的形成。如果宇宙的膨胀速度小于10^{14}，比实际的速度小，宇宙早就坍塌了。”这就是他的头脑中关于所谓的宇宙科学的一个新奇的想法。

最后，古思向泰伊屈服了。

一次我问古思，在长达几个月的时间里，泰伊为什么不先搞起这个研究，自己进行计算呢？“这个嘛，他当时还有别的工作。我可没说，好像他整天做的事就是催我搞这个研究，”他说，“大多数的粒子理论学者喜欢小组合作搞科研，亨利当然也一样。几乎所有他写的论文都是与别人合作的，我的也是一样。”

他停了一会儿。“独自完成什么是有困难的。如果很多人一起解决问题，你的进步会很快。我们的合作很好地说明了这一点。有

时惟一痛苦的事就是，如果你想坐下来写点东西，你得把草稿给很多人传看，还要和每一个人商讨。有时这是件痛苦的事。”

古思和泰伊通过计算互相促进。快到夏天时，他们已经对早期的粗略测算进行了整理，并逐渐相信大统一理论将推理出充斥在宇宙中的单极子和质子一样多。

这是一个坏消息。首先，根据实验的推测，要探测到这么多种的单极子是件出奇困难的事情。其次，由于每一个假想的单极子的重量相当于10 000兆个质子，这么大数量单极子的总重量早在几十亿年以前就把宇宙毁掉了，并把它拖回大坍塌。事实上，单极子密集的宇宙的预计寿命大约是6 000年。

实际上，这是个很重要的消息——如果这是正确的，就注定了大统一理论的毁灭。这个理论预测到了单极子，但实际上宇宙中没有单极子。可怜人的粒子加速器已经说话了。

当古思和泰伊还在琢磨这个消息的重要性时，他们发现温伯格的学生约翰·普雷斯基也在做相同的计算。他们被别人抢了先。他们很大度地把他邀请到康奈尔，发现他已经得出相同的答案。普雷斯基确信他已经否定了大统一理论；大量的单极子与150亿年的宇宙不相称。他回到家后发表了一篇很快成为宇宙学经典的论文。

古思和泰伊很自责，也许他们过于谨慎了。“为什么我们没有早一点儿发表呢？我认为我们对这个问题还没有理解透彻。”古思笑着说。他们不想写出一篇只是摆出问题的论文。他们决定，与其在SU（5）的坟墓上跳舞，不如下决心解决单极子的问题。“他的论文发表以后，我觉得我和亨利还有必要说一些他没有说出的东西，所以我们随后的工作一直围绕着这个问题：有多少种可能会导致大量磁单极子的产生？”

他们的解决办法利用了希格斯场和一杯水之间的另外一个物理学上的类似，叫做过度冷却。物理学家们知道，如果他们非常小心的话，是可以使一杯水冷却到32华氏度以下仍保持液态，只要水不受外界影响，这个状态就会持续。敲击杯子或是晃动杯子都会使这

种状态结束，水会迅速结成冰，这就是正常的过度冷却。古思和泰伊的推理是，希格斯场可能会经历宇宙过度冷却的过程。

他们说，假设当宇宙冷却到临界温度10^{27}度以下，希格斯场没有马上结冰，而是保持了一段时间的对称状态。在这段延续的时间里，尽管宇宙在膨胀和冷却，但它还继续保持大统一物理学的简单状态。如果这段延续时间仅仅在兆分之一秒以内，最终当希格斯场结冰并和单极子块儿连接时，宇宙就会有一段较长的时间来做调整。结果是，只有很少的单极子块儿形成——也许这就解释了今天宇宙中单极子的缺少。

"我们觉得有点儿奇怪，"古思回忆说。"相位跃迁对我来说是个新的东西。我感到有些不自在，因为我知道，有许多物质压缩方面的物理学家在这方面比我懂得多得多。"

在这一点上，他们不是完全孤立的。其他一些粒子物理学家，像哈佛著名的西德尼·科尔曼也在研究这种可能性，是否在对称破裂过程中有一段"耽搁"，也就是对宇宙冷却作出的迟缓的反应。他把这种短暂的完美，也就是宇宙继续有对称性的支持，称为"假真空"。

古思在剑桥时就认识科尔曼，且对假真空的概念比较熟悉。他和泰伊认为，假真空的这段插曲可以延迟单极子的产生，延迟的这段时间足以使它们安全地分散开。初步的计算结果让人充满信心，当秋天快来时，古思变得越来越兴奋。他知道这是物理学中重要的一点。这些计算并不是有关玩具模型或是过时理论的技术性的练习；他和泰伊正在探求我们这个时代最有前景的理论的深层后果。通过追寻一种不存在的粒子的踪迹，古思悄悄地驶入了未知的领域。他所学的东西是任何人都不曾知道的。

就宇宙学而言，古思发现自己走在了队伍的前面，是的，这看起来并不很糟糕，或很草率。正如泰伊经常说的，当你真正钻了进去，做了计算，宇宙学就会显得惊人地有限：它很难对所有的思想做出解答。

就在那时，泰伊觉得古思需要调剂一下。不管怎么说，在康奈尔再住一年——古思博士后的第三年——是枯燥的。泰伊说服了古思向康奈尔请假。他说，如果古思离开麻省理工学院后，马上找一个科研职位，现在就有资格享受一年的休假了。古思给斯坦福直线加速器中心打电话，得到了去西部呆一年的允许，去做他的第四个博士后。

古思感到松了口气，因为这个休假延长了他在康奈尔的任期，也就推迟了下次找工作的时间。对于他的妻子苏姗来说，是喜忧参半。她很高兴离开伊萨卡，但发愁一年之后还得搬回来，此后一年又要再次搬家。古思找了一辆轻便拖车开往西部。圣弗朗西斯科半岛的天气至少是暖和的。他们租了斯坦福直线加速器中心附近的一幢平房，他说，这对他们来说是很奢侈的。但毕竟他们只在这儿呆很短的一段时间。家离实验室很近，古思可以骑自行车去上班。这个房子有一个漂亮的花园，这是古思所有住过的地方中惟一的一个花园。

斯坦福云集了许多大统一理论的专家，包括那个学期在那儿作访问学者的科尔曼。古思和泰伊不断地通电话。他感到有些紧张。那一年秋季他们互相鼓励，互相促进并互相修正。

快到12月份时，他们差不多完成了一篇论文。文中解释，现在宇宙中单极子的缺乏，是当宇宙在10^{-35}秒时，标志大统一时代结束的相位跃迁中那不到一秒钟时间的延迟造成的，瞬间的假真空和延长的对称使希格斯场有更多的时间对自己进行调整，于是导致较少单极子块儿的产生。古思和泰伊就要成为英雄，是他们把大统一理论从荒谬中拯救出来。

由于接受了被普雷斯基打败的教训，古思和泰伊急切地想完成这篇新作并予以发表。随着12月份的临近，他们变得有些慌乱，因为泰伊要在圣诞节去中国呆6个星期。6个星期好像宇宙中的一个时代——这么长时间的拖延不免让人有些沮丧。于是他们开始了长时间的越洋通话。就是在这些电话中，有一次泰伊谈到了一个长期困

扰他的问题——过度冷却过程本身是否对宇宙的膨胀有影响。他建议古思查明这个问题。

泰伊的考虑来源于水和希格斯场之间的另外一个类比。水在结冰过程中，分子停止了不安地躁动而变成静止的冰晶槽，这时会有意想不到的巨大能量以热量的形式释放出来。一个大型游泳池的水结冰时（如果可能的话）释放出的能量能供一幢房子几年的取暖。水在过度冷却过程中，这种压缩形式的热量是隐藏的。泰伊和古思知道，当希格斯场结冰，对称破裂时，一定会有能量释放出来，就像直立的铅笔倒在桌子上释放出能量，或是滚下山的小球速度加快一样。在正常情况下，这个能量会进入像弱力玻色子这样的粒子的重量中，这种粒子以前是没有重量的。如果宇宙过度冷却，所有这样的能量会有一段时间弥漫在整个太空保持不释放的隐蔽状态。这个过度冷却的宇宙是一个孕育能量的宇宙。

为什么这一点让泰伊感到困惑呢？因为根据爱因斯坦的理论，正是宇宙的物质能量密度决定了时空的动力。假真空能量是真正的能量，它可能会影响宇宙并破坏大爆炸。

当泰伊沿着这个逻辑线索前进的时候，他突然意识到他们正在和某个危险的东西打交道，他有些泄气。自从爱因斯坦以来，真空能量问题一直是物理学中一个棘手的题目。根据量子理论，由于所谓的真空波动会使实际粒子产生短暂的密集跳动，所以就连普通的“真实”真空都应该和能量——实际上是无限的能量——一起沸腾。根据宇宙学方程，这种能量会对宇宙产生排斥的作用，就像1918年爱因斯坦发明的那个讨厌的宇宙常数，它会阻碍宇宙的坍塌。当有人发现宇宙几乎是按照爱因斯坦没有经过修改的方程式膨胀的时候，爱因斯坦放弃了这个常数。但是这个常数拒绝消失；量子理论重新发现了以真空波动形式存在的宇宙常数。对宇宙膨胀速度有步骤的测量，清晰地表明宇宙常数是零，而量子理论认为它是无限的。甚至连霍金都没有声称过自己搞懂了宇宙常数。真空的量子能量是怎么一回事，它怎样隐蔽起来的呢？这曾经是——现在依旧是——

物理学核心的一扇活板门。

泰伊害怕他和古思会从那扇活板门掉下去。用隐藏的希格斯能量去激活早期的宇宙，哪怕是一瞬间，看来他们在冒失地惊动宇宙常数。也许这篇论文他们不应该发表。古思无法入睡。

古思想继续论文的写作，泰伊回忆说他的回答是，“如果你睡不着觉，可以搞晚会嘛。”其实他们没有必要一定搞懂宇宙常数，古思兴高采烈地说。但他同意研究希格斯场对宇宙膨胀和演变的影响。

现在，艾伦·古思开始在宇宙学的草地上进行夜间潜行。

同往常一样，他的工作要在晚饭后开始。11点以后，莱利和苏姗都睡了。屋里很安静，正是工作的最佳时间。在那间卧室改成的办公室里，他打开笔记本，从第一行用清晰的小字写起来。

“宇宙的演变

我需要考虑下列两点对宇宙演变的影响：

（1）宇宙常数；

（2）自由度的冻结”。

接着他写下了膨胀的宇宙的标准方程。在没有任何能量的情况下，早期的宇宙以平稳的速度膨胀，就像手榴弹的碎片自由飞散：它的大小与年龄的平方成正比——宇宙的年龄每成四倍增加，它的半径或者其中任意两点间的距离成两倍增加，温度随之降低。在大统一对称破裂时，我们现在称为可观测宇宙的区域——一个半径约为100亿光年的球体——大约是一个葡萄柚大小，在10^{27}K的温度下嘶嘶响着。

古思用了两个小时写了整整齐齐三页纸的代数方程式，才把难办的希格斯能量——假真空——放入宇宙这个高温的小葡萄柚里面。当他完成后，大吃一惊。

宇宙肿胀起来。

其实宇宙一直在以威严的哈勃模式肿胀着。宇宙在1秒时，直径是1英尺；那么在4秒时，直径是2英尺；在10秒时，直径是3英尺。

而内部有假真空的宇宙不是按这样的方式膨胀，它以指数方式膨胀。随着宇宙钟的每一声滴答（这里的一滴答是10^{-34}秒），宇宙的体积成倍增长。如果直径开始是1英尺，在第二声滴答时，就变成4英尺；在第三声滴答时，变成8英尺；在第四声滴答时，变成16英尺；在第十声滴答时，直径就变成了1 028英尺。

显而易见，按这样的模式增长，宇宙会肿胀成一个怪物。它变得越大，增长的速度也要越快，以保证每一声滴答能使它成两倍增长。不需要多长时间——百万分之一的兆兆分之一秒——宇宙的体积就会成倍地增长100次，变得是以前的兆兆倍大。古思面临的是一个逃亡的宇宙，这会阻碍大爆炸吗？让希格斯场过度冷却成假真空状态就等于在一颗手榴弹爆炸的过程中点燃一颗原子弹。

古思把这种逃亡式的以指数成倍增大的现象称为“暴胀”——与哈勃的膨胀加以区分——但这个名字让他想了好几个月。

有一次古思把方程式中的数学障碍清除掉，这样就可以容易地看出是什么使宇宙成为现在这个样子的，尽管对此做出解释有一定困难。他的解释听起来好像有些矛盾。每次当古思必须要做出解释时，他总是像在麻省理工学院时那样，咧着嘴狡黠地笑起来。有时候，研究宇宙学和粒子物理学就像当《镜中世界》里的白雪女王，必须在早餐以前相信6件不可能的事情。

简单物理学的预测是(信不信由你)，假真空会产生负压力，把它放进气球里，气球就会缩小。但宇宙的情况不同，既没有它要推的东西，也没有推它的东西。根据广义相对论，负压力会产生负引力，负引力能够克服宇宙中所有其他的力。结果，假真空就是一颗宇宙炸弹：它像宇宙的排斥力，把宇宙吹得四处飘散。

随之会出现一种反馈作用。随着宇宙的肿胀，过度冷却的对称的时空也会增大。宇宙变得越大，就有越多的假真空。全部的假真空能量不会因为膨胀而减弱，相反会增强。如果宇宙的直径增成两倍，它的体积会增成8倍，假真空能量也会增成8倍。当然，假真空能量越大，宇宙就会越快地把自己分散。当宇宙进入指数膨胀的状

态时，会有一个加速：加速度变得越大，膨胀的速度就越快。

“那天晚上，我真的很兴奋，”古思回忆道，“我的确意识到，哦，我是说，我对整个的事情感到惊惶。我虽然不自信取得了什么成果，但我预感到也许取得了什么成果，并因此很激动。”

是的，那一晚的工作是有趣的，他也的确取得了成果。如果古思是正确的，到那时为止我们记述的整个宇宙史就是错误的。宇宙并不是像爆炸那样膨胀，开始速度快，然后逐渐地趋于平稳，速度减慢，显然它是在痉挛似地膨胀。宇宙膨胀的速度没有放慢，而是至少有一次或几次在加速。这种加速的宇宙学后果是巨大的，但古思用了很长时间才认识到这一点，一个原因是，他对宇宙学的了解太少了。

一个重要的新闻是，如果古思是正确的，那么宇宙的广大是让人难以置信的，是任何天文学家不敢想像的。宇宙在以指数成倍增长时，速度是惊人的，就在一眨眼的瞬间，今天我们从望远镜中观测到的宇宙就从大爆炸一个比质子还小的碎片中喷发出来。这里有必要对可观测宇宙和真实宇宙加以区分，可观测宇宙是真实宇宙中微不足道、甚至不具任何代表性的一部分。谁会料想到，在粒子物理学家寻求物理学隐藏的美时，顺畅地找到的对称破裂这个细节会给宇宙带来如此混乱的影响？当然，这也会影响到单极子，在这次特级膨胀爆发后，它们被喷洒得相距有几十光年远。

古思的大脑还在超时地运转。当他刷牙准备上床睡觉时，他的思绪回到了1978年迪克在康奈尔作的一个深奥的讲座，那时古思还不是宇宙学家。迪克的困惑是，宇宙的密度无论是出于计算方便还是出于巧合，都太接近那个有魔力的值1.0了。几何上讲，这等于在问，当平衡的任何偏离都会使时空皱折或弯曲的时候，时空是如何保持平面状态的。这时古思的脑子里装满了膨胀宇宙的方程式，他隐约意识到，把这种向外的飞逝退回到微观时间也许能解释这个问题。

转天早晨起床后，他骑着自行车，呼吸着半岛上清爽的空气，

准时到达办公室，他熟练地打开笔记本，在新的一页上写道：

惊人的发现：这种过度冷却可以解释为什么今天的宇宙是难以置信的平坦——因此可以解决鲍伯·迪克在爱因斯坦纪念日的讲座中提出的困惑。

然后，他给这段文字圈了两个方框，又开始算起来。

下面这个例子将又一次说明，头脑中的画面并不是总有帮助。数学上，在加速膨胀的过程中，欧米嘎受引力作用很快达到完美的平衡值1.0。古思和其他许多宇宙学家认为，思考这个问题最好的方法是把宇宙想像成一个表面上点缀有星系的气球。桑德奇小组和冈恩小组认为，我们用望远镜看到的是气球很大的一部分——要记住，“气球”可以是内凹、中凸，或是任何其他形状的——但这是错误的。在暴胀中，宇宙这个气球被发疯的假真空能量吹得很庞大。古思的结论是，我们所看到的实际只是宇宙无限小的一部分，是当大统一理论对称破裂或者将要破裂时量级比原子还小的小碎片。这个碎片看起来应该是平坦的，因为任何弯曲的表面，在你仔细观察其足够小的一部分时，看起来都是平坦的。因此橄榄球队员在打三分球和前场长传时，没有必要把地球的弯曲度考虑进去。古思得出结论，宇宙之所以看起来是这样，因为它太大了，被假真空的炸弹吹得有点儿像一个磨得光秃秃的轮胎。

当然，桑德奇小组和冈恩小组并不认为宇宙是平坦的。经过几十年望远镜的观测，他们想说明，可观测的宇宙是明显内凹的，还只需要10%的质量密度就可以使宇宙变平坦。一方面，如皮布尔斯和迪克指出，差10%已经与整体很接近了，在大爆炸中是微不足道的，不值得理论学家们对它吹毛求疵。另一方面，古思的理论预测，今天的欧米嘎应正好是1.0，这使得那个失踪的10%成为一个显著的异例。1979年以后，理论学家越来越把观测者的任务视为使欧米嘎接近1.0，找到以前没有发现的质量-能量，使宇宙和理论的预测一致起来。而观测者则认为理论家与现实脱离得越来越远。

古思兴奋地给泰伊打电话，告诉他这个有趣的膨胀。泰伊半信

半疑。他不想因为添加这个讨论而使论文耽搁的时间过长。古思问泰伊是否介意自己先进行这个课题的研究。

古思知道，他和泰伊的关于过度冷却的论文如果不描述其对宇宙膨胀速度的影响就给予发表的话，是冒风险的。任何看了论文的有经验的宇宙学家都会进行他刚刚做的计算。其实，他和泰伊已经了解到至少还有一个小组在做相同的工作。

下一步古思去找科尔曼，他好像对古思的计算结果很感兴趣，这一点让人鼓舞。经过两天的计算，他逐渐认识到整个事情是错误的。他用了两个星期的时间才重新振作起来。

现在，他把全部的时间都投入"暴胀"的研究，他给自己的发现起了这样的名字。他也记不清是什么时候想出这个词的。"暴胀通常是经济学的用语，但宇宙确实好像在急剧膨胀，所以这个词也很合适。"古思的信心和对宇宙学的感悟力在不断增强。

1月初，在斯坦福直线加速器中心餐厅的饭桌上，一些物理学家开始讨论宇宙学的另外一个难题。这就是天文学家称为视界的问题：正如宇宙背景辐射的均衡性所证明，宇宙为什么如此均匀呢?

古思让他的朋友给他解释这个问题，这使得他更加兴奋了。现在他认识到，宇宙尺度的难题是可以由暴胀理论来解决的。当他回到家里的书房时，确信视界确实是一个问题，同时也意识到暴胀确实是这个问题的答案。

古思认识到，这个问题和大爆炸其他难题出现的原因是，当我们把宇宙的大小在时间上往后推的时候，传统的大爆炸理论的假设是，宇宙是以缓慢降低的速度膨胀。然而，暴胀给了宇宙一个突发力，使宇宙是由一个非常小的种子爆发而来的说法成为可能。如果古思的理论是正确的，就意味着，可见宇宙——到那时为止，天文学家认为我们置身其中的这个宇宙——的起源是一个比所有天文学家想像的都要小许多的原始火球的斑点。

古思预见到，从那个斑点开始，随之而来的将是巨大的宇宙学和天文学后果。原始斑点太小了，以至于先前任何不稳定的小点儿

都已经消失。比如，在当时的温度下，任何小点儿周围的撞击和摇摆都会被巨大的膨胀因素烫平，就像人变胖以后，脸上的皱纹被抚平一样，于是暴胀后的时空看起来没有皱折，甚至像网球场一样平整。单极子被稀释为每个可见宇宙只有一个。简言之，几乎可以得出，无论宇宙是如何开始的，暴胀理论保证它的结果，用古思的话说，一定是“平淡的”。

对于初始原理来说，暴胀是一个令人振奋的胜利。在科学中，显而易见的问题是最难看到——最难提出——因而也是最难回答的。经过在粒子物理学边缘短短一个月的论证，古思已经在原则上征服了宇宙学家从来没有足够的勇气和洞察力提出的三个问题。

当泰伊从中国回来时，发现古思已经变成一个“狂热的宇宙学家”，他像一个拿着新玩具在斯坦福直线加速器中心周围奔跑的孩子。有一段时间，苏姗·古思发现，她的丈夫在和泰伊投入到这项研究之后，变得越来越兴奋了，但不知道因为什么。后来直到1979年12月份，她才意识到他们的研究有了重大的转机。艾伦·古思不是那种冲回家里或冲入隔壁办公室里大喊发生了大事的人。他从没有告诉过妻子，他已经使宇宙翻了个个儿。

到了1月下旬，他已经准备好向全世界宣布了。

14

免费的午餐

自从加莫夫试图用核反应解释大爆炸以来，粒子物理学和宇宙学走得越来越近。天体物理学家已经学会利用越来越小和越来越奇怪的东西来阐释宇宙。当理论学家的研究在时间上一步步倒回宇宙肇始的时候，原子、微波光子、夸克和中微子都在中央舞台上亮相。1980年1月底，缓缓涌进斯坦福直线加速器中心会议大厅的科学家们还不知道，他们即将见证这样两个概念——极其大的和极其小的——神奇而又漫长的圆满结合；他们即将见证，在会议室前排坐着的那个狡黠而紧张地笑着的不知名的博士后将重创宇宙，宇宙不是来自亚原子粒子或作用力之中，而是来自这些粒子和作用力驰骋的真空之中。简言之，宇宙从虚无中诞生。

古思在即将为人瞩目的这一天显得有些紧张，但他充满信心。这之前的几天他一直在读天文学方面的书。他就像一个知道自己做对了考试中最难的题目的孩子，自然而然地表现出一种自负。这次，他的主题是存在本身。

古思描述的场景从普朗克时间以后不久开始。起源于能量适当的火球或是完全混沌的宇宙——无论是哪一种情况——现在正在膨胀和冷却。引力已经显而易见，但强力、弱力和电磁力仍被束缚在大统一体中。在孕育着原始时空的蠕动的混沌中，温度降到10^{27}K以下，这正是大统一对称应该破裂的时刻。但事实上，希格斯场存在其间，一个斑点一样的质子大小的空间在过度冷却。对称性在不祥的沉寂中徘徊。

在那个极小的区域里有相当于大约20磅的假真空，它在积蓄着

希格斯能量。它受到一种超级爆炸力的推动，像50年代科幻电影中疯狂的变形虫一样开始成倍地增长。每隔10^{-34}秒，这个气泡就增成两倍，内部的能量就增到8倍。大约在那个质子大小的原始气泡肿胀到一个葡萄柚大小时，也就是顷刻之间，在暴胀的气泡中的某个地方，对称性最终破裂，希格斯场冻结，“真实真空”的小口袋开始出现，就像沸水中的气泡。已经开始的相位跃迁像水痘一样蔓延开来。真实真空的气泡在暴胀的宇宙中向外散开并相互结合。在气泡内部，随着对称性的破裂和假真空衰变为真实真空，希格斯能量凝聚为真正的物质和辐射。就是这些物质和能量将来有一天会变成氢、氦、星系、花朵和人类。古思鼓吹道，“显然，暴胀对宇宙中所有物质和能量的生成提供了第一可信的科学解释。”

暴胀过程中不断充斥在宇宙中的希格斯能量是从哪儿来的呢？正如古思所解释的，这就是广义相对论出色的特征之一。在任何一个宇宙模型中，能量都由两部分组成。一部分是与宇宙中的物质和辐射有关的质量-能量；另一部分是使所有东西相互吸引的引力场能量。数学上，引力场代表的是负能量，因为你必须花费常规能量来克服它，就像火箭燃烧燃料才能脱离地球一样。

“在许多宇宙模型中，”古思解释道，“这种负引力能量能精确地把产生物质的正能量抵消。换句话说，宇宙的总能量为零。”随着宇宙的暴胀，正能量以假真空希格斯能量的形式大量涌入。当暴胀结束时，这种能量凝聚成物质，于是希格斯场的质量，进而宇宙的质量急剧增长，从开始的20磅增长了100个量级。但与此同时，随着一切变得越来越分散，引力能量也变为负能量。所以，宇宙保持着平衡，最终的结果仍是什么都没有。

他停了一会儿，整理着思路，胜利地笑着。“经常说，没有付出就没有获得，但宇宙可以说是最后一顿免费的午餐。”

当暴胀结束的时候，宇宙的年龄大约是10^{-32}秒。接下来的是常规的安静的膨胀。将来某一天成为可观测宇宙的东西，现在是一个均匀膨胀的火球。这个火球的爱因斯坦时空几何形态已经在恢弘的

暴胀中被熨平；这个极早极早期宇宙的欧米嘎恰好是1.0。现在，施拉姆、特纳还有皮布尔斯千心万苦写出的“标准的”全部宇宙史展现在了我们的面前。

看起来，古思仅仅用基本定律就成功地创造了宇宙。除非那根本不是普通的宇宙——而一定意义上，它肯定是那个最普通的宇宙，熨得很平坦，内部成分很近似。

古思和苏姗都不愿回康奈尔做最后一年的博士后。古思决定搞巡回讲座，一方面可以宣扬暴胀理论，另一方面看看是否能弄到一个永久的职位。研讨会好像是对找工作的科学家们的试听，这是一个他们在家人面前炫耀才华的机会。古思开始填写工作申请表。

对自己胆识的回忆使古思振作起来。“当时我确实决定，我要干的工作对于那些感兴趣的人来说是重要的，而且要有挑战性。”古思解释着，身体向后仰，把厚重的鞋底抬到了桌子上。“我以前没有经历过真正的挑战。有时压力袭来，我会很轻松地给别人打电话，告诉人家我要到他们那儿去，其实他们会对我讲的东西感兴趣吗？”

同时，他不断地充实暴胀理论，并发现了一个问题。逃亡式的暴胀并不是按照他所希望的那样有一个美满的结局。他的想像是，一个正常的时空气泡应该钻入假真空，就像沸水锅中的一个气泡，然后平静地膨胀成星系、尘埃、星球和人类。不幸的是，当他进行这部分的计算时，这个理论形成的气泡太小，小得不可能演变成任何类似今天的宇宙的东西。古思必须要想办法使这些气泡融合。他需要把大约10^{80}个彼此分离的气泡结合成一个宇宙。它们在大爆炸的沸水锅里会相遇并融合吗？

问题的答案存在于一个叫渗滤理论的烦人的数学分支中，这对于古思这个数学天才来说也是棘手的问题。于是他在讲学中各处搜寻数学家，也许他们能告诉他，他所宣扬的理论是否有致命的缺陷。同时，他并不放弃自己的观点。他坚信这个理论会成功，它不可能不成功。

那年春天，一个讲座的任务让他跑遍了全国。现在他已记不清跑了多少个地方，跑了哪些地方。开始在明尼苏达大学，然后是费米实验室、哈佛、普林斯顿、康奈尔、宾夕法尼亚大学、马里兰大学和纽约市的某个地方——他记不清是哥伦比亚大学，还是洛克菲勒大学。

人们对古思的思想一开始反应极好。这要得益于科尔曼，他已经成为古思的宣传者。"我觉得这是一个极大的帮助，"古思说，"不然的话，人们是不可能听我的讲座的。总的来说，粒子物理学领域好像因为这个思想而荣耀起来。我想，天体物理学家是经过了很长时间才愿意接受这个想法的。"

最后，他在康奈尔找到了一位数学家，叫哈里·凯斯滕。他向古思展示了如何解决渗滤问题，但没有成功。互相碰撞的气泡会破坏暴胀创造的和谐统一，留下一个噩梦般的、向一边倒的宇宙。看来，他被难住了，宇宙会无限地暴胀下去。

对他来说，幸运的事是，明尼苏达大学、宾夕法尼亚大学、哈佛，还有其他一些学校同时接受了他的工作申请。挑战自己一向是古思的特点。他于是给在麻省理工学院的一个朋友打电话，说他的母校应该让他回去。"麻省理工学院接受我以后，我逐渐发现这个模型不成功。"古思说。

然而那时，古思坚信暴胀的力量能够创造我们今天的宇宙，并能解决许多难题。尽管暴胀理论开始是解决宇宙问题的答案，后来变为对这个答案的规范，古思仍然充满信心。认为从某个角度去看这个理论，一定会取得成功。8月份，他终于把论文寄给了《物理评论》。论文中，他叙述了气泡的问题，并寻求解决的办法。

尽管他的家搬到了麻省理工学院，但他还是不断地出去宣讲暴胀理论。随后的几年，古思继续接受了几乎所有让他演讲的邀请。"在讲过150次以后，我就不做记录了。"他说。

我第一次结识他是在1980年12月份的一个晚上，在巴尔的摩举行的得克萨斯研讨会的会议室里。晚上召开研讨会效果实在不佳。

发言都很短，只有15分钟。屋子里很拥挤，吃完饭喝完酒匆匆赶回来的物理学家们脑子直发热。有个人总在打盹，还有个人琢磨着到大街上逛逛，看看巴尔的摩那个声明狼藉的聚集酒吧和脱衣舞夜总会的地方。

古思被安排在一个小会议室里，里边已经挤进了一大群人。“真让人感到兴奋，”他回忆道，还是那么直爽，脸上还带着中学辩论队员认真的神情。他有胆识，有创造力，比你想像的还要自信。他那么深入地探索躁动神奇的过去的世界，而且比任何信心十足的宇宙学家走得都远。他描述了暴胀的气泡，然后承认他还没有找到这个状态的“完美出口”。没有人能够找出答案。

古思已经争取到一些暴胀理论的追随者。最早的人当中有施拉姆，1978年，他就认为一个平坦的宇宙是爱因斯坦方程的惟一美学意义的解决办法。当然，暴胀理论预测和要求的也是一个平坦的宇宙，所以他喜欢这个观点。1979年秋天，施拉姆拜访了康奈尔并和泰伊进行了交谈。施拉姆令人鼓舞的话传到了在加利福尼亚的古思的耳朵里。他说他知道施拉姆是谁（当然不是因为他们是大学同学），他是从《今日物理》杂志的一篇文章中知道这个名字的。

然而，1980年，特别是在得克萨斯研讨会上，古思走入了其他发现的阴影当中。他的理论尚在形成之中，还没有最后完成。他因急于搞宣传而没有时间对其进行完善。

他的生活中还出现了一些其他的压力。他和苏姗在布鲁克林买了一套公寓，是靠近波士顿郊区的一个繁华地方。这个地方因其完善的学校体制而闻名，并得到麻省理工学院和哈佛大学的人的喜爱。但他们发现卷入了一场和布鲁克林公寓所有权转让限制法有关的纠纷之中，这个法律纠纷耗时长久，他们打了两次官司。

最糟糕的是古思发现自己生病了。在麻省理工学院的第一年中，他的肠胃开始疼痛。这一状况持续起来，结果医生在他的结肠发现了肿瘤。这是个生长缓慢的肿瘤，显然在他身体里已经很多年了。古思说他从没有想过后果会怎样。“我得知这个事情也有一段时间

了。”他耸了耸肩解释道。他补充说，“不是没有想过要把它取出来。”1981年夏天，古思接受了手术，结肠被切除。和往常一样，幸运之神又一次降临在古思身上。肿瘤没有扩散的迹象，他没有进行化疗和放疗。古思对这一连串的事情表现得很沉着。“公寓纠纷花的时间几乎和结肠花的时间一样长。”他说。

于是和霍金一样，日常生活对古思来说比对正常人显得有些困难了。然而疾病并没有妨碍他的工作，他说。“回想起来，”他半开玩笑地承认，“这对我的生活最主要的影响是阻止了我去发明新暴胀。”

新暴胀回答了古思暴胀理论中的一些问题。这个理论是1981年12月份的一天，莫斯科理论学家安德烈·林德在给他寄来的信中提到的。那时古思正和他哥伦比亚的老合作者埃里克·温伯格在写一篇关于渗滤问题的论文，试图解释为什么暴胀产生的气泡如此之小，以至于不能形成整个宇宙。当林德的论文稿寄到时，古思浏览了一下摘要，发现其中提到单一气泡的宇宙，这正是他们在驳斥的一个观点，他自己咕哝了一句“简直是胡扯”。

他差点儿把文章搁到一边儿，但还是读了下去。当他意识到林德已经解决了暴胀问题时，变得兴奋起来。

林德解决办法的关键是对称性破裂时希格斯场冻结的方式。在古思、科尔曼和其他人的原始理论中，迟早发生的相位跃迁几乎是稍纵即逝的：希格斯场在顷刻间冻结。林德提出希格斯场的另外一种可能，在这个可能性中冻结的过程是缓慢柔和的。当宇宙进入过冷的状态时，希格斯能量开始缓慢衰变，就像从长长的缓坡上滚落下的小球。在漫长的衰变过程中，宇宙仍然处于假真空状态，充满能量，并继续暴胀。实际上，宇宙是在缓慢地凝结而不是瞬间冻结。

当不断下降的能量水平最终达到零时，暴胀会自己停止。那时，真正的零能量真空，即非对称的时空，会以光速扩展开来。到那时，暴胀已经把一个气泡吹得足够大，足以形成宇宙了。

这是个出色的论证，古思立刻认为它是成功的。古思想，如果

自己不对暴胀进行系统阐述的话，也许林德已经发现了暴胀。事实上，林德本人的确发现了暴胀，但他抛弃了。因为他没有意识到这可以解决宇宙的平面性和视界问题，而且他被渗滤问题弄得泄了气。当他了解到古思的思想时，倍受鼓舞，决定从新的角度构建这个理论。

这期间，宾夕法尼亚大学的两个物理学家保罗·斯坦哈特和安德烈亚斯·阿尔布雷克也在探索这个想法。林德的论文稿到后不久，他们的论文稿也摆到了古思的桌子上。斯坦哈特一年前见过古思，当时他是哈佛年轻的教授。他认为暴胀理论很优秀，不应该夭折。于是他投入精力开始对这个理论进行拯救。

这件事对古思没有影响，结果却和斯蒂芬·霍金闹了个不愉快。一场围绕谁是"新暴胀"发明者的激烈斗争悄无声息地展开了，斗争一方是霍金，另一方是众多美国宇宙学家。

霍金比较接近莫斯科学派。1981年他去莫斯科拜访了林德，当时林德正在研究新暴胀。那年秋天，霍金到美国接受费城富兰克林学院的奖章。他在德雷克塞尔大学有个讲座。后来他声称自己在那次讲座中提到了林德的想法，并说当时在场的斯坦哈特还把这一观点写进了自己的论文。霍金担心他泄露了朋友林德的秘密。

当斯坦哈特听到对自己的指控时，非常生气。他在宾夕法尼亚只是一个资历很浅的教授，而霍金是剑桥的卢卡斯讲座数学教授，是牛顿和迪拉克曾拥有的职位。他不记得霍金谈过林德的理论。其他听了霍金讲座的美国物理学家也不记得。但是霍金很固执，他一向如此。

当斯坦哈特发现我也知道那场有关新暴胀的争论时，又一次感到气愤。他生气地说，把这件事公之于众，只能更大程度地毁坏他的事业。当霍金在他的畅销书《时间简史》中再次对此事有所讥讽地暗示时，斯坦哈特火冒三丈。他几经周折找到了霍金在费城讲座的录像带，录像带证实霍金确实没有提过林德的新暴胀，于是他给霍金寄去了一盘录像带。霍金宣称这本书以后再版时，对斯坦哈特

有所冒犯的这一段内容将被删掉。

特纳是霍金的崇拜者，同时也是斯坦哈特的朋友和合作者。他曾经试图劝说霍金是他冤枉了斯坦哈特，但没有效果。由于霍金的固执和强硬，特纳感到自己对他越来越不抱幻想了，与他的关系显得有些疏远。

后来，1988年在圣芭芭拉举行的一个会议上，霍金走到特纳跟前，问他："你还打算和我讲话吗？"特纳承认当时他还在生气。霍金主动给《今日物理》写了一封信，刊登在1990年2月份的那期上。霍金称自己从未有意暗示过斯坦哈特剽窃了林德的成果。"我很肯定斯坦哈特和阿尔布雷克的研究是独立于林德的研究的，"他做了这样的结论，"如果因为我以前写的文章给一些人留下了错误的印象，我表示歉意。" 斯坦哈特对此并不十分满意，但事情也就这样结束了。这个小事情表明霍金传奇的固执与强硬是有其负面影响的。

霍金-斯坦哈特的争端只是一个开始。当时这些科学家都在你争我抢地要取得暴胀理论给宇宙学带来的最后一个巨奖：得出星系从何而来的答案。根据皮布尔斯这些人的观点，星系是在引力的作用下从小种子或是密度扰动（原始火球中的细小波纹，否则其中的物质和能量的分布是平滑均匀的）中成长起来的。但还没有理论能解释这些波纹的存在，或预测出它们的相对大小和数量。宇宙学家们只是把他们喜欢的数字放入了计算之中。

1982年初，几个人几乎同时顿悟，把暴胀和一个通常不用于宇宙膨胀的概念，即著名的神秘的不确定性原则结合起来，可以解决宇宙起源问题的谜团。根据不确定性原则，希格斯场在太空中不是严格地均匀分布的，而要受到随机量子波动的影响。当暴胀结束，希格斯场凝聚成物质和辐射的时候，这些波动就会在物质能量密度中产生细小的波纹，这也许就是皮布尔斯和泽利多维奇这些星系理论学家早已假设存在的那些波纹。经过一段相当长的时间之后，这些波纹会成长为星系和星团。

也许这就是费米园地的倒数第二个梦想——把整个星系，一个壮观的由上千亿个太阳（宇宙中最大的独立物体）组成的大风车的形成，归因于宇宙在兆兆兆分之一秒时，一个半神秘的任何人不曾看到的作用场中的一个量子波动。最后一个梦想可能就是把宇宙本身描述为某种量子的作用。

很早就有人开始计算导致宇宙从暴胀中产生的实际团块，霍金是其中之一。同时，斯坦哈特和特纳也联合起来做相同的计算。那年春天，霍金发行了一个论文稿，文章称，暴胀确实可以产生大小和数量合适的团块以形成今天的星系；这正是宇宙学博士曾经预言的。但计算是极其困难的。特纳和斯坦哈特得出了另外一个答案，产生于暴胀中的团块太小，而不可能形成星系。谁是正确的呢？

1982年夏天，霍金在剑桥组织了一场有关早期宇宙的夏季研讨会。这是计划中分三次举办的研讨会的第二次，由纳菲尔德基金会赞助。但是因暴胀理论兴奋的霍金决定现在就炫耀一下自己，取消了最后一次会议。于是这就成为一决胜负的大好时机。这一次他要证明自己不仅是一个出色的物理学家，而且也是一个出色的政治家。为了让年轻的俄罗斯科学家参加，他特意邀请了苏联的一位很有影响的资深院士，并建议他带一些年轻的同事。林德到了剑桥。他的老朋友斯塔罗宾斯基也来了，他也在搞暴胀密度扰动的计算。不幸的是，斯塔罗宾斯基有严重的口吃，没有人懂他在说些什么。斯坦哈特也来了，他纳闷为什么霍金对自己这么冷淡。

暴胀像燎原的火种燃遍了宇宙学领域。古思和另外6个人来到了剑桥，决心要找出谁是真正的赢家，当然如果有的话，同时查明整个宇宙的组成、体积和结构是否是量子波动的结果。

古思把这次会议比作重返校园。研讨会持续了三周。科学家们住在大学生的宿舍里，没有电话。白天，他们聚集在应用数学和理论物理学系霍金的小办公室里听讲座。其他的时间就是工作和讨论。“在剑桥，除了工作也没有可以干的事情。”古思说。他记得，一个星期天，他们的小组到伦敦市美美地观光了一天。晚上11点以后才

回来，学校的大门已经关了，于是他们不得不爬篱笆，很像昔日上大学时的做法。

到了晚上，宇宙学家们分成小组，重新做暴胀密度扰动的计算，从而决定他们是否最终把宇宙控制在自己手中。这一点关系重大。如果暴胀是正确的，将来技术足够成熟时，密度扰动是可以观测到的，就像宇宙微波背景中的有残余热量和冷却的斑点。特纳和斯坦哈特的小组中还吸收了华盛顿大学的优秀理论家吉姆·巴丁，他是两次获诺贝尔奖的物理学家约翰·巴丁的儿子。巴丁感到在这场竞争中收获很多，认为霍金和斯塔罗宾斯基是错误的。一天晚上11点钟，他梆梆地敲特纳的门大喊，“我能证明你们这伙人是对的！”

然而，经过三个星期紧张的计算，他们最终改变了答案：暴胀产生的团块并不是太小以至于不能形成星系，相反它们太大了。霍金也得到了相同的答案，然后古思紧随其后。大家的意见很一致，对暴胀来说这既是好消息也是坏消息。暴胀过程中，希格斯场诱发的密度波动的确有皮布尔斯和泽利多维奇这些物理宇宙学家们所认为的最理想的形式和分布，但它们的密度要大10 000倍。如果宇宙照这个状况发展，所有的星系今天都只是黑洞了。斯塔罗宾斯基说这就是他一直想说明的问题。

答案的第一个部分被认为是暴胀理论的一个伟大胜利，也表明宇宙学走上了正确的轨道。答案的第二个部分，也就是密度波动过大的问题，这是作为基础的粒子物理学的错误，即格拉肖和格奥尔吉发明的SU（5）模型的错误。一个过于自信的宇宙学家会利用这个机会大声宣布，SU（5）不是正确的大统一理论，因为它不能形成星系——这样的宣布会成为那个可怜人的粒子加速器的一个鲁莽应用。

很幸运，古思解释道，没有必要这样做。再过一年，SU（5），最简单的大统一理论，会自行退出物理学家的舞台。原因是，根据这个理论的预测，质子会在10^{30}年以后衰变。而直到1983年，寻找这种衰变的地下实验还没有探测到任何相关的迹象。这说明，质子

的寿命至少是10^{32}年，这超出了格拉肖和格奥尔吉理论中的界限。

最简单的大统一理论消亡了，但是还有更具潜力和更复杂的模型在翘首企盼我们的发现。所有最流行的模型都有一个特点，叫做超对称性；它们展示出粒子间的另一种同胞关系，这一次是在物质的基本构建块儿（像夸克、电子和中微子）和传递力的玻色子（比如光子、胶子和W-玻色子）之间。这个理论对宇宙学有两个有趣儿的后果。第一，基本粒子还有全新的家族等待我们去发现，它们的名字会很怪异，比如光微子、胶微子、引力微子、W微子、超夸克和超中微子，如果这些粒子存在于宇宙和大爆炸中，可能会产生可观测到的效果。第二，超对称的"破裂"会给宇宙的极早期历史添加新的内容，这期间，希格斯场会经历一个相位跃迁并"冻结"，换句话说，会有另外一个暴胀的机会。

如粒子物理学家海因茨·帕格尔斯所说，暴胀是研究中惟一的游戏。它一旦被发明，好像到处都有暴胀。你几乎不可能把它置于宇宙之外。比如，对称性破裂的事情有很多。每个人都有一个希格斯场并有一个与之相联系的相位跃迁。当电弱破坏，或者夸克自我约束，或者引力分裂为一种其他力的时候，都会有暴胀吗？林德发明了一种他称为混沌暴胀的理论；他认为，弥漫于宇宙的能量场中的随机量子波动，会提高某个地方的真空能量密度，并使宇宙的那个地方剧烈地喷发为一种暴胀状态。在特纳和西尔克发明的模型中，宇宙会暴胀两次。所有这些理论都存在问题。特纳开始把暴胀称为"一种寻找理论的思维模式"。

这些理论的共同点是：宇宙的确在暴胀。某种程度上，就那些敏锐的物理学家而言，暴胀仅仅是开始。这以前发生的事情对于随后发生的事情几乎是虚幻飘渺的。"这个理论最大的优点之一，"古思说，"就是它的健忘性。宇宙涂抹了它的历史。"

新暴胀是宇宙学的魔术。暴胀的一边——以前——是难以想像的东西，是超对称质量-能量中温度很高、且互不相连的小点儿，用加莫夫的名词"原元素"是最合适不过的了。暴胀的另一个边是

一个理性的平滑的膨胀时空——很均匀，没有单极子，不会因为未来星系的种子而变粗糙。将成为20世纪银河系旋臂上可以看到的直径为100亿光年的东西，这时在这个气泡上只是一个微小的碎片，直径只有4英寸。

“当我开始学宇宙学时，”古思后来告诉《奥姆尼》杂志，“最让我吃惊的是宇宙的体积。我们的太阳只是银河系中上千亿个太阳中的一个，我们的银河系可能又只是可见宇宙中上千亿个星系中的一个。在暴胀模型中，甚至连可见宇宙也只是有可能存在的全部宇宙中无限小的部分。有鉴于此，很难理解为什么在宇宙中这个小角落的这个小行星上发生的事情被认为是如此重要。”

在《新闻周刊》杂志上，古思作为《大气泡》一文的作者，附了一张照片。他笑得很坦诚，身边总放着一只像细心的童子军带着的塞得鼓鼓囊囊的手提箱，里面的东西从手电筒一直到干净的笔记本。他依然那么和蔼，随时都能以在麻省理工学院时水龙管喷水般的热情和你谈物理学，一直谈到让最不懂物理学的人点头表示一点儿理解为止。他获得了终身教授的职位，有了一个带沙发的新办公室。他白天的工作要占用很多时间，只能把创造性的工作全部安排在布鲁克林家里的晚上进行。当我谈及他的工作安排时，他慨叹说，“我的确做过一件有创造性的工作——那是5年前的事情了。”

1982年12月，在奥斯汀举行的第十届得克萨斯研讨会上，古思获得了费米园地的一个宇宙学家所能获得的殊荣。在奥斯汀市长宣布“相对论周”开始以后，他紧接着向屋里所有的天体物理学家、天文学家、广义相对论学家和物理学家做了开篇报告。

后来，在奥斯汀凯悦饭店的顶层大厅吃午饭时，我问皮布尔斯对暴胀的看法。皮布尔斯吸了口气，从阳台上望着下面嘈杂的天体物理学家。“暴胀的宇宙可以让你的想像任意驰骋，”他说道，“也许开始物质在轰响坍塌然后膨胀。一旦进入暴胀的阶段，一切都会发生。从这个混沌中爆发出我们这个宇宙和其他的宇宙。这是概念上一个巨大的突破。”

“就让混沌存在吧，”他的声音变得低沉起来，“让古思他们把它整理好，让弯曲的地方变笔直，让崎岖的地方变平坦。”

他转过身，笑了笑。“这样讲可以吗？”

天文学家习惯把他们看到的宇宙——一个从类星体到类星体的星系和星球的小球，直径大概是100亿光年——视为我们生存的宇宙。但如果古思是正确的话，这只是更大更广阔的整体中一个小小的斑点。有时他称之为元宇宙。我们这个暴胀大的气泡，直径可能是几兆光年，而不是几十亿光年。这个气泡以外还会有其他气泡，有许多其他暴胀的宇宙岛正在经历着它们自己的膨胀和演化的英雄史，域壁或是假真空海洋把它们与我们隔离开，它们有自己独立的时空。

当我憧憬着这个伟大的画面时，不禁感到失望。暴胀就像一个损失惨重的胜利，几乎在和我们开玩笑。它使宇宙变得比我想像得更加野蛮，更加不可理解。“我们的隔壁还有一个伟大的宇宙——让我们去吧。”然而，我们对更加宏伟的宇宙又了解多少呢？能使我们这个温馨的小宇宙保持平滑、安全的进程，也同样能让所有有意思的和基本的东西无望地分散开来，最终超出我们力所能及的范围。对这个魔术我们付出的代价是无知。有5种力或16维的线，壁和区域可能正从几兆光年远的地方以光速朝我们奔来。也许代价就是我们自身的存在，我们生活在一个时代的早期，所有的广袤还没有越过地平线。

宇宙的起源已被抹掉。正如古思所承认的，你永远不可能知道暴胀以前发生了什么。在那一秒极小的部分里，宇宙获得了新生，它的历史被抹去。会有原始创生的痕迹从假真空的爆炸中幸免吗？

暴胀作出的可观测到的预言之一是，可观测宇宙——也就是，我们一直希望看到的暴胀的气泡的一部分——的物质密度，应该无限接近临界密度。我们这个暴胀的气泡的命运取决于欧米嘎是比绝对值1.0大一些还是小一些的那一串小数，取决于宇宙在10^{60}的距离上稍微中凸还是稍微内凹——甚至对桑德奇这样的人来说，这也是

一个不可能回答的问题。弄懂我们这个宇宙的弯曲度比弄懂一句顶风传来的谣言还要困难，我们必须等待兆兆年，才能了解它的意思。

什么是宇宙的命运?这是一个不明智的问题——也许答案一直在某个地方。

古思带着忧郁的判断表示同意，但这个问题似乎没有难住他。“理论上讲，是可以预测出我们这个气泡的命运的。”他非常审慎地承认说。因为这是我们惟一能居住的地方，所以，这是有用的信息，但离我们知道整个宇宙的命运还相距甚远——整个宇宙中，所有其他的气泡，在顺流的时间中，在假真空或没有暴胀的原始碎片中，侧滑着离我们而去。实际上，古思已经找到了这里的乐趣。

“在大得难以想像的规模上，宇宙是不均匀的。”他狡黠地笑着告诉我。他告诉我的越多，宇宙看起来就越不确定：在宇宙学本身当中就有某种不确定性原则。“宇宙的某个地方是开放的，某个地方是闭合的。会有一次大挤压。它看起来像个黑洞。”

“现在还不清楚整个区域是否在经历同一种命运，”他继续说，“量子波动会在比可观测宇宙的更大规模上产生扰动。可观测宇宙的坍塌可能不包括暴胀的区域。”最终，产生的黑洞会像瀑布一样倾泻到越来越大的黑洞中去。

这时，古思还需要处理后方的混沌，这把他带到了“地下室宇宙”。由于从免费午餐宇宙的概念中获得灵感，古思成为“不必付出理论”的狂热者。由于只用了25磅假真空的投入就得到了一个宇宙，古思考虑如果把少量的物质挤压成很高的密度和温度，从而使它再次达到大统一的温度并钻入假真空中，会发生什么情况呢?

这个模型会不会以指数力向外爆炸，而毁掉我们生存的宇宙呢？那个高密度团块的引力场会不会用黑洞把自己包起来而隐藏在宇宙中呢?

古思和麻省理工学院的另一位教授埃德·法赫里有趣地发现，答案是两个。如果你能把25磅的物质压缩到直径为10^{-24}厘米，其质量密度大约是水的10^{75}倍，那么，在其他条件适合的情况下，假真

空的气泡，或者古思称做的“婴儿宇宙”，就会形成。从外表看，它像一个黑洞。从里面看，它像一个暴胀的宇宙。“这是一个安全的实验。”古思解释说。婴儿宇宙会偏离我们滑走，然后膨胀成自己的时空。

它的黑洞的脐带会在10^{-34}秒内消失，使这个婴儿宇宙彻底与我们分开。尽管从外面看它像一个蒸发的黑点儿，但从内部看，它是一个行将羽翼丰满的宇宙，会膨胀到直径为几十亿光年的宇宙，然后有星系成长。

把物质压缩成假真空密度，除了有能量的问题外，古思和法赫里只发现地下室宇宙的另外一个障碍。为了避免使它成为普通的黑洞，这个高密度的小针孔必须用线穿到一个已经存在的奇点上——这被认为是普通的地下室所缺少的东西。

但有一个漏洞，古思解释道。根据量子理论，太空会由于这些以实际黑洞形式存在的奇点而密度大增。它们扭动的坍塌和不断的蒸发会在很小的程度上，使连续的空间和时间脱节，这也许会给新的宇宙提供种子。所以，量子波动随时都可能在我们的脚下繁衍出无数的宇宙。会有一个无限的可以衍生宇宙的宇宙链，林德称这个现象为“永恒暴胀”。至于开始新的宇宙所需的能量问题，我们目前的科技还无法达到，但这并不意味着，将来的技术无法达到，也不意味着，在由许多宇宙组成的元宇宙中的某个地方存在的先进种族无法达到。

“实际上，”古思的结论是，“我们的宇宙也许就是从谁家的地下室里开始的。”他咯咯地笑了起来。

三

黑暗的宇宙

可我不会支持疯狂，于是加入到修正你工作的人群行列中。

——F·陀思妥也夫斯基

天堂

天堂是个地方

在那里一切

一切都不曾发生。

——Talking Hands乐队

15

哈勃之战

阿伦·桑德奇在天文学领域取得了几乎难以衡量的高水平成就。到70年代中期他已荣获宇宙先生的美名，20年来人们一直称他为“超级哈勃”。一代代天文学家已经成长起来，他们对哈勃闻所未闻，也从不了解在那个时代桑德奇曾步履轻快地爬上200英寸望远镜，就哈勃常数、减速特性以及上千个其他课题撰写出大量的论文。他是一种自然的力量，是一个自然的里程碑。他就像一个巨大的椭圆星系，占据着星团的中央地位。

1975年杰西·格林斯坦告诉《红色极限》一书的作者蒂莫西·费里斯：

> 桑德奇正在做许多工作，他已经做了许久，别人要想赶上他也得花上几年时间，无论如何，谁都不想顺着他所做的工作折回，因为他被看成是一个绝对完美的人。我不知道在世界其他领域你可以说谁是个绝对完美的人。

一年以后，意想不到的事情却发生了。桑德奇受到了攻击。攻击并不是来自某无名杂志的文章中，而是来自国际天文协会的演讲台上。国际天文协会每三年举行一次会议，那次会议在法国的格勒诺布尔召开，与会的世界天文学家人数超过以往各届。在会上，桑德奇受到指控，说他通过一系列混乱而有疑问的假想、观察上的错误、循环的推理以及或许是一厢情愿的想法把哈勃常数的测定搞得一团糟。真正的哈勃常数不是50而是100。这就意味着宇宙不是200亿年前而是100亿年前诞生的。这一指责以及随之而来的其他攻击使桑德奇感到震颤。他的士气像石头一样垂直落入愤怒的大海之中。

在此之后的10年内，桑德奇发现自己曾帮助过的业内人士,全世界那些仅懂得他从事研究工作的一小部分人以重拳向他连连出击。

向他提出挑战的是杰勒德·德·沃库勒尔。他本是法国人，后来定居在美国得克萨斯州。此人常以身为高卢人的后裔而骄傲 ，但喜欢穿牛仔靴、带宽边牛仔帽。他身材修长，衣着整洁漂亮，留着背头，举止傲慢。桑德奇对他并不陌生,两人围绕着宇宙轨道问题顶撞了20年。两人的首次相遇就为以后发生的一切定下了基调。

德·沃库勒尔是位有献身精神的业余天文学家。他在巴黎长大成人并在索邦大学学习物理学和天文学。由于战争在法军服役一年半，所以，经历了很长的间段之后他于1949年获得博士学位。他虽远在加利福尼亚州却一直满怀羡慕之情密切注视哈勃的研究工作。德·沃库勒尔渴望研究银河系，但当时欧洲缺少银河系外天文学家，那里的望远镜也和美国的无法相比。然而他坚持不懈，开始用小型望远镜甚至业余照片测量银河系的直径和亮度。他还研究星球。此外，他还测量了火星的旋转率，精确度很高，只有当航天飞机造访火星时测得的数值才和他测量的精确度相同。在取得学位后，为寻求机会他来到英国，又在英国获得了澳大利亚国立大学斯特莫洛山天文台行星特别研究员一职。

德·沃库勒尔一到天文台就抓紧时间将望远镜转向南部天空寻找银河系。他仔细阅读过哈勃的著作，深信哈勃犯了技术错误，对星系的分类方法也不太严格。于是德· 沃库勒尔开始对沙普利-艾姆斯表列出的1 300种星系重新观测，并编制成目录。当时，很少有人详细注意南部天空，对其大部分天空从未深入观测过，很多星系也从未编成目录或分类。德·沃库勒尔根据对哈勃著作的了解，开始尝试对星系进行分类。但当他搞不懂他正在观测的星系具有什么含义时，他向桑德奇发出求援信号。

当时桑德奇正在编纂哈勃图册，该图册是星系及其种类的图片概要，是一种外星系寓言集，一直是哈勃深爱的研究项目之一。

当时桑德奇感到他有责任实现威尔逊山尚未完成的计划，虽然，

桑德奇几乎没有注意，但伴随着责任感也带来了荣誉和骄傲。

对星系进行分类的工作界于艺术和科学之间。自1936年哈勃首次发表分类系统以来，又曾做出过某些技术修正，并对许多星系重新分类。支持和解释这一切工作的数据都放在桑德奇的办公桌上，他坐在桌旁，正将这些数据组织起来编入哈勃图册，以记念自己的导师。哈勃最关心的就是这些星系：现在它们成为桑德奇最关心的东西。

1955年德·沃库勒尔来到美国，他直接来到圣芭芭拉大街，桑德奇像对待久别重逢的兄弟一样欢迎他。“研究星系的工作太使人感到孤独了，”桑德奇不无抱怨地说。他开始让德·沃库勒尔看哈勃的材料,其中包括1936年至1950年印制的大型插图，“如果你是个分类学家，这就像走进自然博物馆看到罕见的馆藏品，”桑德奇说，“有人已经把古典分类学家查尔斯·莱尔计划的全部收藏品组织起来了。”

德·沃库勒尔面对原始资料很快就懂得了星系分类系列。他又回到地球南部，对南部的星系进行分类，并写出一篇论文。

与此同时，德国百科全书的物理手册曾请桑德奇撰写一篇论述星系分类的文章。但桑德奇太忙，因此，向编辑建议请他们去找德· 沃库勒尔。这次配合很成功。1958年当德·沃库勒尔给桑德奇写信，寻找该项目所需的例证说明，桑德奇给他寄去了哈勃图册的校样，心想无论如何德·沃库勒尔只会使用校样作为绘图或图解的基础。但德·沃库勒尔理解错了。他把校样刊印在物理手册上，哈勃和桑德奇的材料就这样被这位无名小卒窃取了。

“这使我非常生气”，桑德奇说，“因为他并没有经过我的允许。憎恨从此开始。那是哈勃图册问世前两年的事，他的行动使我深受伤害。”

虽然最终在两人之间传递过调解书信，但一种敌视感却建立了，在宇宙研究领域划出一条分界线，研究方式和主题已定：桑德奇是一位骄傲的继承人，他保持着传统，储存着数据,受到围攻；而德·沃库勒尔是个外来人。

在以后的数年中，德·沃库勒尔确立了自己是宇宙学家和星系专家的地位，他在得克萨斯州立大学干劲十足(得克萨斯隐秘而荒凉，在州立大学戴维斯山天文台有84英寸和107英寸望远镜)，他带着一小批研究生和博士后，被学生们简称为“GDV”。他已经写了几篇论文论述哈勃常数问题。他的夫人也是天文学家，两人一起编写过一部影响力很大、颇具权威性的最亮星系目录。他仍然是全世界研究火星旋转方面的专家。

更重要的是，德·沃库勒尔对威尔逊-帕洛马尔天文台有关宇宙的许多正统说法提出异议。他反对桑德奇进而反对哈勃提出的大规模宇宙同质论。传统的观点是星系和星团相当均衡地分散在太空中。德·沃库勒尔深信情况与此相反，宇宙是倾斜、丑陋的。他争辩说，星系团并不像桑德奇和皮布勒斯等人观察到的那样是光滑的星球体，而是难看、不对称的聚合体。在宇宙中有大片地区星体很多，在其他地区星体则很少。早在1953年德·沃库勒尔就指出，天空中最明亮的星体——从本星系群附近到室女座星系团以外的地区——都局限于一条与银河系成直角的狭长带内。他认为这条狭长带实际上是个从侧面看到的碟状结构。而包括银河系在内的上千个星系是一个巨大的聚集团，离他所说的本超星系团有上千万光年。他正在以某种方式预见到泽利多维奇在70年代提出的自上而下的薄饼状结构。但德·沃库勒尔无意于理论。天文学机构对本超星系团的反应，尽管算不上是立即拒绝，也是报以响亮的沉默。

德·沃库勒尔争辩说，他所说的这些巨大的超星系团的引力会使宇宙膨胀变型，使测量哈勃常数的工作复杂化。但桑德奇和塔姆曼在观测宇宙中没有发现所谓的超星系团的痕迹。他们以造父变星开始，以巨大的旋涡星系，即所谓的标准烛光值结束，利用复杂的距离指示值逐步上升的步骤得出结论，星系全方位均衡向远方延伸，其离去的速率和一个哈勃常数相一致，大约50公里每秒每百万秒差距。当桑德奇和塔姆曼开始讨论这一初步结果时，德·沃库勒尔开始采取行动，宣称他们被愚弄了，室女座星系团的引力正在此天空

区域内减缓星体的离去速度。他坚持说如果桑德奇和塔姆曼欲测量本超星系团以外的星系膨胀率，“哈勃数值”应该增大。

桑德奇还记得1972年发生在天文学家尼克·梅奥尔退休晚会上的情景。“退休晚会在塔克森以南的一座疗养地举行，”桑德奇回忆说，“我必须做一次主要讲座。我把我们研究的进展情况用7步加以概括。这是我们六七年来的工作纲要。杰勒德也在场，我相信，他希望最后距离标度问题留给他来做。他看到我们用200英寸望远镜得出的结果及其工作量后，当我们慢步出来时，我仅仅知道这将是对他提出的一次挑战，而他不得不回答。他在四年以后才开始回答。”

正像德·沃库勒尔告诉我的那样，1976年夏他从得克萨斯来到苏格兰爱丁堡皇家天文台度假。英国和欧洲的天文学家正加速对仍未探索的南部天空进行图片观测，并让当地的一位天文学家马尔科姆·史密斯复查桑德奇和塔姆曼的哈勃常数工作，尤其要复查哈勃常数应用于南半球时的情况。德·沃库勒尔声称还没有真正钻研过桑德奇和塔姆曼的论文，并主动提出帮助。他开始重读一整套共六篇论文，题为“通向哈勃常数的步骤”。

他说，他越深入阅读论文、并试图重新证实桑德奇和塔姆曼曾得出宇宙距离标度的论点，就越不喜欢这种论据了。这些论文使他迷惑不解，感到气愤。论点似乎站不住脚而循环重复。许多年以后他以浓重的法语音调抱怨说，“论文2中说‘见论文4’；但论文4中又说‘见论文2’。此外，桑德奇假设自然和星系各方面是无变化的，但他这种假设太笼统，在他看来桑德奇的数据难以令人信服。他感到桑德奇和塔姆曼已经找到了他们想要找到的答案，而并非自然可能提供的答案。他回忆说，我不喜欢我读到的东西。我徘徊在爱丁堡，感到震惊，我请其他人读一读这些论文。”

德·沃库勒尔重读了“通向哈勃常数的步骤”一文以做出系统的批评。他声称发现了12个“大错误”，每一错误都有助于加大宇宙的范围和年龄。

德·沃库勒尔严肃地说“我自感有责任把已编入教科书中的东

西改正过来。”正像后来发生的那样，“敲响警钟”的最佳时机正在来临。9月国际天文学协会将要在法国格勒诺布尔市召开3年一次的会议，有几千名天文学家将出席会议。德·沃库勒尔应邀在全体会议上发表了一次声誉很高的“特邀讲话”。他在格勒诺布尔向听众(不包括桑德奇)宣布：桑德奇和塔姆曼错了，他以室女星座福尔纳克斯星系的球状星团以及海德拉星团的亮度为基础——一种桑德奇本人于1968年就曾使用的方法——提出自己得出的哈勃常数数值。他得出结论，宇宙的大小和年龄只有桑德奇所言的1/2。

德·沃库勒尔接着把他的讲话写成文章，在《自然》杂志上发表。他说桑德奇劝告他无论如何不要发表文章，还说全世界只有6个人可以领会这些论点。德·沃库勒尔对桑德奇做出的回应是他若犯下同样多的错误，就退休。

在自己的心中德·沃库勒尔是击败巨人的侏儒。挑战桑德奇和正统观点需要勇气。许多天文学家不敢这样做，他说得克萨斯大学的一些高级同事曾敦促他冷静，担心该系会因此遭到回击。德·沃库勒尔不为所动。他说，“我们不能为保存友谊而走上歧途或得出对自然的错误结论。我说这些话并不快乐，我得到的第一反应是遭受排斥。《自然》杂志的审稿人支吾，敷衍。在某一点上杂志编辑们背着审稿人，不得不请德·沃库勒尔建议的某些欧洲的天文学家来阅读论文。

德·沃库勒尔心满意足地说，“能够生存的一定是确实可靠的。如果你说皇帝没穿衣服，你最好说的没错。年轻的天文学家都很高兴，这些话他们不必说出来。他们吓得要死，这种情况深深留在我的记忆中。”

德·沃库勒尔继续发明了一整套测量宇宙距离的新方法，与桑德奇抗衡。他增加了大量的距离指示值，如所谓的环状星体直径，最亮的星团，以及被称为发光度指数的东西以补充和取代经典的经实践证明是可取的方法。这些方法可追溯到哈勃和沙普利时代。他使用了其中某些方法以确定距离，其他方法则用来检查距离指示值。

桑德奇和塔姆曼的整套方案看起来很简单。德·沃库勒尔设计的测距图看起来像埃菲尔铁塔：几种测量方法形成阶梯状，通往真理的顶点，从不同角度根据不同的资料，由交差核对，后置的、在逻辑上必然发生的比较、校准和一一对应的检查支承着错综复杂的十字形符号。他的方法只在一个方面很简单：不相信直觉或原则高于其他原则。德·沃库勒尔利用可以想到的一切方法——尽管在事前准备得并不充分——去测量距离然后将全部结果加以平均。老桑德奇不可能看不到如此广泛的攻击，他把这种攻击称之为"再扩大危险"。

重新分析后发表的大量数据这一新行动的必然结果是德·沃库勒尔的哈勃常数进一步升高，达到大约100。这意味着他认为宇宙的大小和年龄都比桑德奇和塔姆曼所宣称的小一半。

在70年代后期，德·沃库勒尔延着这条道路继续走下去。他像个汽车经销商一样到处贩卖哈勃常数为100，把他那豪华模式的优点与可悲的被剥夺荣誉的竞争者的模式相比较。瞧，这里有一个重要的距离指示值，瞧，这里有5个！

天文学家几乎都承认并不理解德·沃库勒尔的方法，然而他的批评获得了成功。桑德奇没有和年轻的一代交朋友，因此，当他受到攻击时，他们没有支持他。一位年轻的天文物理学家在听到德·沃库勒尔的论述后对我说，"我读过桑德奇和塔姆曼的论文，对其中的每个字都深信不疑。杰勒德·德·沃库勒尔的谈话使我第一次想到哈勃常数可能是100而不是50。"

由于桑德奇和塔姆曼没有对他进行驳斥，德·沃库勒尔成了1980年久负盛名的得克萨斯州专题研讨会上的主角。后来他同意一边喝着啤酒一边和我谈谈有关哈勃常数的争议，但不准录音。他穿得干净整洁，头发已变得灰白，显出一脸疲惫的样子。他举止严肃，好像桑德奇被怀疑犯错误是科学上的一个污点。这个污点过于严重，只能对牧师讲而不能外传，或者好像他自己的荣誉禁止他对同事进行批评 。所以，从他的神情上看，他好像是不情愿杀害自己的偶像，不愿谈论此事的人——科学应该自己站出来讲话。

旧世界的管束使他能克制感情，他感到委屈，他感到他理应得到大人物的尊重，但他们并不尊重他。德·沃库勒尔承认，除科学以外，他惟一的爱好是集邮。他在讲座和同我谈话中，不断重提他那些颇为严肃的研究方案，称哪些是测量距离大小的科学方法，哪些不是——比如说，有必要避免推断。最后，由于想证明自己正确的强烈欲望占了上风，德·沃库勒尔开始在我的记录簿上到处画图。

他开始说，桑德奇和塔姆曼太相信自然了。他们认为宇宙是始终如一的，而德·沃库勒尔认为，宇宙可能并非如此。桑德奇和塔姆曼只在每一遥远地区依靠造父变星或气云大小等几个有选择性的指示值。这就意味着，在那里所犯的任何错误都会使整个哈勃常数的计算产生波动。

他断言桑德奇太受直觉左右。如果桑德奇看到一个印第安人站在远方，就认为那个印第安人和他身高相同。而德·沃库勒尔则认为那有可能是个侏儒。对德·沃库勒尔而言，各种事物都是骗局。他并不真正相信自然界的任何地方存在着一贯性。在他的宇宙中，任何东西都不相配，相加而成的任何东西都不大于它本身。事实上，宇宙之和似乎小于构成宇宙的各部分。不存在着中心观点，没有理论。宇宙论被搞乱了。他是个无政府主义者，他不是威尔逊山学派的一名绅士。

尤其使德· 沃库勒尔感到愤怒的是桑德奇和塔姆曼不肯改正，事实上他们是从银河系这个多尘埃的星系内部观察这些星系的。众所周知，地球这个星际尘埃会使外层星系和造父变星内的亮度变得昏暗，使它们看起来比本身更加遥远。虽然说，这影响不大,只占两个哈勃常数间1/2差异的10%，但对德·沃库勒尔而言，这似乎象征着桑德奇和塔姆曼甚至篡改数据——他们很骄傲，认为上帝会留下一个没有尘埃的小洞供他们向星系外窥视。

然而，在德·沃库勒尔看来，最糟糕、最站不住脚的是桑德奇和塔姆曼使用M101的方法。M101这个巨大的旋涡星系是他们距离计数法的关键。他争辩说桑德奇和塔姆曼把较暗和较小星系的特性

——例如最明亮之星及其氢气团的亮度——推测达到M101巨大的旋涡等级。然后，他们自认为这一推断有效，用这一推断“证明”M101和其他旋涡星系都是标准烛光值，并由此求得它们的距离和哈勃常数。这是凭直觉得出的又一设想，认为宇宙始终不变。在德·沃库勒尔看来，推断就是猜想。他声称“在他们做出推断选择之后，推断就变成了事实。”他开玩笑说，“桑德奇——塔姆曼距离标度的制造人应放弃所有权。”

德·沃库勒尔的攻击使桑德奇内心十分激动，但还击不是他的风格，至少不在学科文献中进行还击。他把德·沃库勒尔的距离指示值贬低为“骗人的鬼把戏”。桑德奇苦笑着说，“他是个难以理解的人。他无限制地统计数字。这也没什么，每个人有自己的风格。

“你们看一看他的距离指示值是什么东西。到头来，这些指示值都取的是延伸很远的某些东西的平均值。那也可以，但麻烦的是，对延伸很远的东西，比如说，旋涡星系的直径，你得到的是个平均距离，但你会犯个别大错。”桑德奇解释说，这些错误总会歪曲距离大小，造成对远方物体真正的发光度和距离估计过低。其原因是分布在昏暗一端的星系在远距离落入人们的视线之外。我们望得越远，看到的低于平均值的星系就会越少，而且我们越会把注意力集中在分布高的一端。这意味着当某个人像德·沃库勒尔那样比较“平均”星系时，附近的平均星系就会被无意地与远方高于平均值的星系相比较，于是，远方的星系就会被系统地低估。天文学家把这种情况称之为马姆奎斯特倾向性，它一直是宇宙论的一大险恶祸患。

桑德奇最后得出结论，德·沃库勒尔带有马姆奎斯特倾向性。“他不懂那一点。他竟然不懂那一点。写文章反驳那些论文也毫无益处。我们没有驳斥如此愚蠢的观点这一事实可能不好，但试图教育他们会花掉你的全部时间。”

在长期不和中伤害的不仅仅是自尊。桑德奇和德·沃库勒尔都没有准备妥协。有一次塔姆曼告诉我只有胆小鬼才会考虑达成明显

的妥协，把哈勃常数定为75。不和的更大原因是宇宙论，或德·沃库勒尔所称的“弗里德曼宇宙论圣经”。

在一个不减速膨胀的宇宙中，宇宙的年龄和哈勃常数正相反，桑德奇和塔姆曼的哈勃常数在引力造成减速因而加以修正之前，得出的宇宙年龄为200亿年；德·沃库勒尔得出的年龄约为100亿年。然而，据研究恒星演化专家(其中包括桑德奇)所言，球状星团内最古老的恒星年龄在1980年已达170亿年。根据福勒以及同胞的说法星系的年龄在80至250亿年之间，宇宙应该比星系早大约10亿年。

如果桑德奇是对的，星球、星系和宇宙的年龄都大约一致，那么简单的弗里德曼公式也就行得通。另一方面，如果德·沃库勒尔是正确的，很明显星球会比宇宙更古老。难道这不是桑德奇答复他的一个有力证据吗？德·沃库勒尔认为，这是信仰的无稽之谈，这里的信仰是指信仰弗里德曼的宇宙膨胀理论。

他说，“我从来不担心会触犯圣经。如果我在300年前宣布宇宙的年龄为100亿年，我会被炮烙处死。事实不可能相互矛盾。理论则是矛盾的源泉。”他接着说，“球状星团比使你相信的书籍更不确切。”

德·沃库勒尔在《天空与望远镜》杂志上撰文写道，“事实上当球状星团更为古老这一新观点出现时，桑德奇已经着手进行整个哈勃常数项目，该项目使原来可接受的100数值让信仰弗里德曼理论的人感到不舒服。”桑德奇激烈地否认此事。当我把德·沃库勒尔所写文章的内容读给他听时，他探过身来面对录音机话筒说，“好啦，杰勒德，你了解，那并不对。全部问题的要点是要得出独立的估计数值。”

两人之间的分歧在于：桑德奇把自己的工作看成是对全世界的模式进行验证，对整个创世纪范例——弗里德曼的宇宙膨胀理论做出明确的判断。而德· 沃库勒尔仅仅测量了一个数字。处于危险之中的并不是某个尘埃特点或某个惊人的系数，而是一种抽象的原则，为此而发生战争，形成信仰，扭曲人格，发宴会邀请，并结束友谊。

上帝在这里是否占在我们一边？是否存在着可理解的答案前景？

桑德奇是个有信仰的人。1953年当哈勃去世时，委托给他的那个宇宙，像沙克牌桌子一样既简单又结实。当他环顾四周，各个部件都彼此相配。星系看上去像享利·福特制造出来的。造父变星服从造物主的设计，始终一致地发出清脆的短音飞离而去。最简单的模式行得通。发生了创世纪的大事。宇宙密度不足以再复原。人是星星的尘埃。在哈勃的图表中，所有的星系和类星体漂浮在宇宙的膨胀之中，驶入无穷无尽的黑夜。如果说桑德奇具有代表性，那么，他代表的就是这种强大而清晰的远见和能力，能目睹创世以及创世后的光荣。

天呀，对桑德奇宇宙提出批评的并非只有德·沃库勒尔一人。因为另一个更具实力的挑战出现了。1972年马里兰大学的两位研究生布伦特·塔利和里察德·费西尔发起了这一挑战。塔利和费西尔在毕业前不久想出个妙主意——想到一个测量旋涡星系真实发光度，并用此来测量星系距离的新方法——在某种程度上这是一种新的标准尺度。他们推测一种星系的旋转率及其发光度之间应该具有一种相互关系。这一推理既简单又符合牛顿学说：某一星系旋转得越快，其内部的质量越大以提供必要的向心力，同时质量越大意味着星球越多，因此发光度也就越强。

他们懂射电天文学，因此了解一种既方便、敏感性又强、可用来测量旋转的方法。在星际空间(和其他地方)的氢原子有不稳定倾向，这种倾向会使其电子在相隔很长一段时间后就会啪嗒啪嗒地跳跃，并在21公分精确波长、约14千赫频率上由射电能量发出清脆的短音。结果，空间云团、尤其是旋涡星系会由所谓的21公分发射的呼啸声而变得活跃起来。塔利和费西尔认识到如果一个星系在旋转，那么在射电望远镜中看到的这一呼啸的波长就会延长而不是精确地集中在21厘米上。当星系离开地球时，该星系一侧气体发出的光由于多普勒效应就会使其波长——相同效应使离去星系的光向红端移动。在转向地球的另一侧，波长会缩短。星系旋转得越快，从望远

镜看到的波长就会全面延长得越大。射电天文学家沿用了19世纪光谱学家使用的行话，把21厘米的信号称为“光谱线”。光谱线较宽，显示旋转较快，并可以认为该星系规模较大。

如果塔利和费西尔是正确的，发光度较大的星系应该有较宽的21厘米光谱线。试验的方法是等距离观看一批星系，比如说观看室女座星团内的星系，看一看较明亮的星系是否旋转较快。费西尔毕业后来到设在西弗吉尼亚绿岸国家射电天文台，他从事的正是上述工作。

塔利后来成为另一个反对崇拜宇宙学偶像的人物。他想学习法语，于是他接收了马赛大学的博士后职位。他身材很高，金色的头发脏兮兮的，穿着牛仔裤和丝绒衬衣，一副无精打采的模样，举止随便到了懒洋洋的程度。他看来性格暴躁，流露出一副怀疑或厌恶的态度。他环球旅行，长途跋涉，一年后才到达法国。1973年当他来到法国时，费西尔寄来的“惊人的”射电数据正等待着他，当把光谱线的宽度和星系的兰磁性加以比较时，发现两者有一种相互关系——他们的推测得到证实。他们有了自己的标准烛光值，一种简单的射电测量可以告诉你复杂的发光度，这样也就可以告诉你星系的距离。

塔利和费西尔把他们的发现写成文章。他们的初步结论包括距离要比桑德奇测得的短一些，因此，得出的哈勃常数更接近德·沃库勒尔的数值。仅仅发表论文就用去了他们两年时间。论文曾两次交给匿名审稿人。塔利承认“有人说，这里有骗人的把戏。”他温柔地耸耸肩，表示不屑于理睬。

到塔利和费西尔的论文发表时，桑德奇和塔姆曼已经发表论文做出回应，并对他们对哈勃常数的观点含蓄地提出挑战。桑德奇并不相信文中所说的塔利-费西尔关系，有时他把这种关系叫成“费西-塔洛”，他怀疑塔利和费西尔也受到马姆奎奇斯特倾向性的传染，使他们低估了星系距离，而且星系距离越远，错误越大。此外，塔利-费西尔关系必须靠已知距离和发光度的旋涡星系来校准，而这样

的星系并不多，而且具有同样古老的不确定性。因为他和德·沃库勒尔以及马道尔已经就这种不确定性争论多年了。

桑德奇和塔姆曼在其新论文中几乎将他们以前20年的全部工作丢弃，重新开始测量了哈勃常数。他们重新分析了费西尔和塔利的数据，重新推知该关系数据，插入自己的校准星系，旋涡星系附近的M81和NGC 2403。又从造父变星和其他一些指示值转弯抹角地推测出M81和NGC 2403的距离。他们把塔利-费西尔关系应用在室女座星团的旋涡星系上以得出该星团的并校准其最亮星系的亮度，以及离巨大的椭圆星系最近的M87和NGC 4472的亮度。桑德奇花了几年时间向人们表明，巨大的椭圆星系是标准烛光并且在哈勃图表中利用它们去搜索宇宙减速的痕迹。由于他终于了解了那一标准烛光的绝对发光度，所以他利用它来测量远距离的哈勃常数。他们得出的新答案和老答案相同，约为50。他们在第7篇“通过哈勃常数的步骤”一文中宣布了这一答案——这一系列文章将永世久存。华盛顿大学的天文学家保罗霍奇1981年发表《天文学和天体物理学一年回顾》一文，他在文章中说，“应该把第7篇论文看作是他们研究项目的主要成果。”桑德奇和塔姆曼的论文比塔利和费希尔的论文早发表一年。无论是论文答案还是其发表时间都没能增强他们在哈常数测量者这一日益增长群体中的可信度。

桑德奇不相信塔利-费希尔是有充分根据的。首先，天文学家在那些星系测得的可见光主要来自于明亮的大兰星，但大多部分质量都在昏暗的小红星之中。其次，甚至连并不具备代表性的大兰星也很难看到。其原因是尘埃，因为尘埃聚集在旋涡星系的碟状平面内。测量旋转光谱线宽度的最佳星系是从侧面看到的旋涡星系，气体从侧面正对着你飘来并飘过去。但你必须在那些星系内透过大多数尘埃看过去。在照片中，许多星系都有一条宽宽的黑带恰好穿过星系最明亮部分。

桑德奇说，“有人说古斯塔夫和我只使用一种数据，我们只信任单一的方法。实际上并非如此，但世上的东西并非黑白分明。物

理学被人们更好地理解了吗？也许是也许不是。星系中的造父变量各不相同，陈词滥调很易于产生，但如何证明它们？如果你能找到另一种方法——也许你能够找到，就要靠它去找出距离加以证明。科学问题不会永无答案，有些事情总会从顶峰上滑下来。所以，提出问题很好，但提出这些问题的人如果还有勇气的话，还应该去设法解决这些问题。

"否则，他们就像为莫洛托夫倒鸡尾酒的那些家伙。他们应该开始认真考虑，如果问题对他们很重要，他们应该设法寻找答案。"

与塔利-费希尔同时出现的，也是本故事中另一位重要的斗士，便是哈佛大学的研究生马克·阿伦森。阿伦森出生于洛杉矶并在那里长大成人，他常带着一副西海岸的懒散表情，几乎只穿蓝色牛仔裤和凉鞋，个头不高，黑卷发，闪亮的眼睛以及略显淘气的举止与他那严肃的态度很不相称。他父母亲强拉硬拽着他去看科幻电影，使他对科学产生了兴趣。他是个电影迷，无论走到哪里都订阅《剧艺报》周刊。阿伦森曾到加州大学技术学院与未来偏激主观的宇宙学家特纳是同班同学，冈恩是他大学四年级的指导教师。当他来到哈佛时，就已经是个灵巧、有技能的观测人员，可以熟练、轻而易举地使用大型望远镜。

他在剑桥大学时就对红外天文学发生了兴趣，这是一项70年代刚开始大量使用的新技术，首先应用于战争。红外线有时也叫热辐射，它比可见光的波长更长，他在电磁波频谱上占据着红外线和微波无线电波段之间的位置。宇宙中几乎每件东西，从发热物体到寒冷的恒星都在红外线中发出辐射，但红外线光子辐射能太弱无法在感光乳剂上留下记录，而且它们的频率太高，用无线电技术无法捕捉到。红外线传感器首先由军方开发，用于观察黑暗中的敌军士兵并用来研究导弹重返大气层时火热的导弹头锥。随着越南战争的结束，某些红外线技术逐渐转让给民用部门，激发起人们对红外线天文学的兴趣。

阿伦森正在撰写博士论文，论述星系红外线特征。他的论文指

导教师因官僚主义引起的一次争吵，愤而离开大学城，此时阿仑森还有一年时间才毕业，而校方也没再为他替换一名导师，他变得像个孤儿似的。他和一位年轻的副教授约翰·赫钦拉成为好朋友，此人是个光学天文学家，刚从加州大学技术学院来到剑桥。赫钦拉说“天文学是马克生活中的头等大事”。两人同意各自把所学的专业传授给对方。赫钦拉在信心和观察热情方面比阿仑森毫不逊色。他具有措词巧妙的能力，话语冷冰冰的，近于粗暴和对长辈的不敬，流露出愤世嫉俗的味道。

作为论文的一部分，阿仑森已经制造出锑化铟红外线光觉计，这是刚从军方透露出来的一项技术。该光觉计有两大特点：其一是手提式，可以很方便地从一台望远镜拉到另一台望远镜；其二是它视野宽阔，是研究星系的理想探测器。所以，1977年当他离开哈佛大学时又把它带到亚利桑那州立大学斯图尔特天文台。

在加州大学技术学院时，赫钦拉亲眼目睹了桑德奇和塔利在学术讨论会上的一场激烈冲突。这次冲突从社会学和天文学两方面激起了他对哈勃常数的兴趣。他并没有忘记自己的红外线光觉计并和阿仑森调查了有争议的塔利-费西尔关系。此时，一位澳大利亚红外天文学家杰里米·莫尔德正在斯图尔特天文台对面的基特峰总部工作。在莫尔德的帮助下，赫钦拉和阿仑森决定如果用红外线而不是蓝光来测量星系的发光度，可以消除很多问题。因为一个事实是我们自己的星系和原始星系中的尘埃实际上都可以被红外线射透，所以就会少一些有关吸收作用的猜测。另一个无可争议的事实是一个星系的大部分恒星质量低，颜色红，测量一个基本上是红色物体的蓝光亮度没多大意义；应该用红外线测量一只狗而非狗的尾巴。

阿伦森、莫尔德和赫钦拉获得批准，可以有四个夜晚在基特山峰使用一架36英寸的望远镜。他们带着小红外线光觉计，测量了室女座和大熊星团中的20来个旋涡星系。以前塔利和费西尔曾经使用的正是相同的星团。阿伦森离开望远镜后，径直来到基特山峰图书馆根据射电数据检查结果。当然，塔利-费西尔关系清晰地展现出来。

氢光谱线的宽度与红外线量值的走向亦步亦趋。星系越大，亮度越高，旋转得越快。星系光谱线宽度对其红外线发光度来说是个关键。掌握了这种知识后，阿伦森得出结论，他们可以不用天文学那些繁琐的方法测量到达星系的距离——这是一种纯物理学方法。在这个世界上仍存在一块余地供另一研究小组探求哈勃常数。就在同一天，他的女儿降生了。

然而，计算的初步结果令人不安。阿伦森、莫尔德和赫钦拉对室女座和大熊星座进行测量后得出的哈勃常数约为65。通常实际数值要靠M31等几个近距离的星系来校准，对这些星系他们使用了桑德奇得出的数值。赫钦拉大吃一惊，他始终相信会得出“正确”答案，即桑德奇的答案。65或70这样一个哈勃常数不会使任何人感到高兴。由于害怕出错，他们对计算结果反复检查，直到确信一切正确可以发表为止。

同时他们又回到望远镜旁，使自己的新技术更趋稳固，并进一步把新技术的应用延伸到全宇宙。这意味着超越塔利和费西尔曾经观察过的星系。但是十分幸运的是，乔治·博图恩及其华盛顿大学的合作者正在对远距离星团中的星系进行射电观测。当阿伦森小组把红外线测量的数值与博图恩的数据相比较时，他们又一次感到大吃一惊。远距离星团中的旋涡星系——飞马星座、巨蟹星座、英仙星座——似乎比人们预料的更近。外层空间的哈勃常数为90左右。

怎么会这样？当然，这恰好是德·沃库勒尔一直预言的膨胀模式。强大的室女座星团及其临近的星团使得附近星系的飞行减慢，也使得局部哈勃常数小于“宇宙”哈勃常数。一旦由于宇宙的膨胀减去了星系的速度，如果银河系和局部星系群以每秒约350公里的速度真的落入室女座内，那么这两个哈勃常数可以一致。

根据他们的数据，室女座超级星云的影响是真实存在的。“20年来德·沃库勒尔一直声称存在着这种影响”，阿伦森说，“20年来桑德奇和塔姆曼一直否认它的存在。”

该小组制定了计划，对局部超级星团进行大规模测量。随后进

行的观测活动因运气好，使用多种望远镜并得到政府的支持而值得注意。阿伦森惊异地说，“我要上山，天气就魔术般地放晴了。我们发表了第一篇论文之后，要求有7个夜晚让我们使用基特山峰上84英寸的望远镜，但他们让我们使用了17个夜晚。”

1979年当三人小组仍在分类整理观测结果时，赫钦拉在哈佛-史密森天文物理中心举办了一次研讨会。哈佛大学《深红》杂志的记者出席了会议并把它写成文章。这篇文章转而被通讯社选中。报纸的头版充斥着以下新闻：宇宙面积的一大错误已得到改正或者宇宙的年龄现在只有100亿年。沃尔特·克朗凯特还在“哥伦比亚广播公司晚间新闻”节目中对此加以报导。

德·沃库勒尔因首先是在报纸而不是在杂志看到了这一工作而苦恼，由于没有提到他自己所做的贡献，于是他给天文学机构寄去一封讥讽意味很强的公开信，祝贺阿伦森、莫尔德和赫钦拉看到了真理，并责备他们竟把这样重要的结果发表在《深红》杂志上。接着他提醒他们，他曾在多种场合期望他们会有所发现。

这些年来桑德奇变得更加孤独。此时他的情绪降至新的低点。塔姆曼从没见过他如此阴郁。他把电话停机，大门紧闭。他对科学出版物之外的评论意见实际上已降为零。

“玩这种游戏的人数很少，而且他们全都相互仇恨，”赫钦拉告诉我。“没有人喜欢经证明自己错了。”他证实有时他是如何在山上见到桑德奇，“我们一般谈谈天气。”每当阿伦森、莫尔德和赫钦拉的新论文发表，桑德奇就会更加消沉。在他看来，他的竞争对手对证明他犯错误比得到正确答案更感兴趣。他们难道不懂研究工作曾是多么艰苦？桑德奇的态度一直是他宁愿尽其所能工作并犯错误也不想退到酒吧间去呻吟。他仅仅对这些得意洋洋的找茬和挑剔不理解。他总是愿意看到新数据，虽然这会让他惊恐不安——现在他又能做什么呢？

他私下里越痛苦，在公众面前越显得倔强，并采取守势。当《科学》图刊请他就哈勃常数争论谈谈看法时，他拒绝了，他说，

“当负责任的人走上望远镜时，答案自会出来。”

他和塔姆曼怀疑哈勃常数问题总是出现的分歧又必然与可怕的、难以捉摸的马姆奎斯特倾向性有关。随距离而增加的哈勃常数正是这种影响的征兆。然而他无法证明。他和塔姆曼的期刊杂志试图证明阿伦森小组的数据具有某种隐藏的倾向性，引起了其他阵营发出充满怒恨的狂笑，他们的数据正被别人误用了。

桑德奇竟在天文台的《年度报告》中提到有人对他的距离标度提出的挑战，但他接下来再次要读者相信他知道正发生着什么。他充满信心，真正的答案仍然是50。

阿伦森、莫尔德和赫钦拉喜欢把自己描述为给陈腐的长期不和带来清新、自由空气的人。他们在谈话中嘲笑两个上了年纪的天文学家各自声明测得的哈勃常数误差只有15%，然而差距却达到1/2，而且两人的误差带甚至都不重合。谁会认真对待他们的声明呢？很清楚，谁也不会重视德·沃库勒尔那些追求奇特效果的计划，而桑德奇和塔姆曼的成果又太依靠站不住脚的说法。另一方面，很清楚，塔利、费西尔是以物理学为基础的。

这对较年轻的天文学家很有感染力。其中有很多人是物理学家，他们认为天文学家对宇宙的大小都达不成共识是件很奇怪的事。这就好像对电子质量的研究出现了两个阵营。对他们而言，争论的根源和观测宇宙学本身都不太清楚；哈勃和威尔逊山也是些模模糊糊的传说。这些年轻人不了解星座。他们了解的只是在他们的公式中有这一可恨的浮动变量。具有讽刺意味的是，他们倾向于偏爱低数值的哈勃常数，因为它使得宇宙的各种年龄估计值相互一致。“年轻人掌握最好的技术，”特纳说，“但每个人都相信桑德奇是正确的。”

在欧洲宇宙和高能物理学会议上，曾有一位物理学家直接向桑德奇提问，能否对著名的1/2问题进行比较和发表评论？桑德奇生硬地回答说，“你想要我们批评自己的计划，我不能这样做。简单来说，我们看不出错在哪里。我们相信我们知道另一个小组在哪里出错了。”

大约在他做出这一答复的同时，桑德奇和塔姆曼再次抛弃了自己的距离标度，以另一标准烛光值从零开始进行测量。这一次他使用了超新星爆炸。这是个很好的选择——一个超新星能在瞬间发光度超过大多数类星体。其光耀眼，人们在半个宇宙之内都可以看到，因此，兹维基建议应把这些星球死亡时的闪光做为最佳距离指示值。

但它们标准吗？天文学家认识到有两种超新星。第二种是巨星在逃离过程中发生爆炸，因此较强烈也较不稳定。第一种超新星在强烈程度上稍逊，但其构成明显均匀。它们的起源不同。第一种超新星开始是个双星体制，由白矮星这一普通星球收缩后的浓密灰尘围绕着另一颗星球旋转。经过一段时间，第二颗星球中的气体会用光，膨胀为一个大红星，膨胀的那颗星上的物质会被吸引并堆积到白矮星上，加重了那个浓密小灰尘的质量。在这种情况下，任何事都不会发生，直到有一天白矮星日益增长的质量超过了太阳质量的1.4倍——即著名的昌德拉塞尔极限——表面温度和压力在此点上变得难以忍受，诱发了迅速漫延至整个星球的逃离热核爆炸。

塔姆曼长期以来就对超新星很感兴趣，认为如果不搞哈勃常数的研究，可以搞超新星研究。他发现和巨大的椭圆星系一样，超新星在哈勃图表中都位于一条直线上。分布如此均匀的原因是昌德拉塞尔触发点能确保相同质量的每个炸弹会在相同的条件下爆炸。对此，桑德奇开玩笑地说，“它们都是锅里的豆子。”

1982年他和塔姆曼发表了“通往哈勃常数的步骤之八”。哈勃常数略低一点但仍在相同的范围之内。他欢快得喳喳叫着，引用道格拉斯·亚当斯所著《搭车去星系旅行指南》中的一句话：“答案是42”。在那本小说中没有人知道问题是什么，但答案却是通往宇宙的秘诀。

他机敏地坦言，“我仍然不知道为什么总接近50。那是件不可思议的事。对我们来说也难以理解。但我们现在深信不疑哈勃常数是50。我们的第一篇论文就断定是50，这简直是个奇迹。你可以把你想要的一切看成是起点上的偏见和不愿受到侵犯。我无法解释它，

首先，心理学是无法解释的，天文学几乎是一个不可知的领域。”

距离差1/2的著名问题又重新提起。德・沃库勒尔再次发起攻击，宣称超新星的光度只有桑德奇和塔姆曼所说的1／4，这意味着超新星和我们的距离只有一半远。

超新星所存在的问题是它们只偶尔发生，只有当自然要它们在哪儿出现它们才出现。大部分超新星都在所谓的无名星系，离我们很遥远。为校准超新星用作比较单位的标准烛光值，桑德奇和塔姆曼不得不等待星系中出现闪光的机会，而我们必须通过无懈可击的方法，了解这个星系的距离。碰巧，第一类超新星变得使两个与局部组群相近的星系亮度增大。使我们能够识别出该星系中最明亮的星球。桑德奇和塔姆曼可以从这些星球的光亮得出该星系的距离，因此能够校准星系中的超级新星。

超级新星的标度依靠于这些星系的距离。然而，正是在为这些星系的距离辩护中，桑德奇被迫拉入哈勃战役的第三阶段。

这些距离依赖于一种说法：任何星系的大红星亮度从来达不到一个-8的绝对星等。这是桑德奇和塔姆曼1974年论文的主要结论。他们在该论文中得出M101的枢轴距离。现在绝对星等陷于争论之中，也卷入哈勃常数的游戏之中，对模糊星系中各别星产生的争议很可能波及到宇宙、波及到有些人的利已主义，这些人因测量绝对星等而累得疲惫不堪了。

星球有其最大发光度。这种想法吸引着罗伯特・汉弗莱斯。她是明尼苏达大学研究星球演变的专家。她的丈夫克里斯・戴维森曾研究过超质量恒星的特性。她认为物理学应该为红超巨星规定出一个上限，这是有道理而且可行的：超过某一质量——比如说50个太阳的质量——超巨星在有机会稳定燃烧之前可能会变得不稳定并发生振荡，将其外层向太空喷发。她把这种现象称为“剪断效果。”

虽然这种想法听起来很有吸引力，可惜即使是对最近星系中的星球也知之甚少。从来还没有人对仙女座旋涡星系M31进行过调查，寻找红超巨星，对其临近星系M33也只是在50年代由赫马森把它编

入目录之中。汉弗莱斯很希望调查剪断效果的真实情况，于是她问桑德奇能不能借赫马森的资料一用。结果她振奋精神与他合作，重新分析了星系中类星体的含量。

桑德奇甚至在半退出、半孤立的情况下，仍然有权、有魅力吸引新人加入他的项目。按他工作的速度，他总需要新的合作伙伴。汉弗莱斯个子矮小，看似娇嫩，语速很快，细声细语，即使坐在她身边也很难听到她在说话。桑德奇很容易激动，情绪难以控制，常以肘部轻轻推人、打手或抓住肘部以引人注意。这似乎不是一种平等的伙伴关系，但汉弗莱斯外柔内刚，对天体物理学显出坚强的信心。

她和桑德奇最初确定M33最亮的星大约为-8绝对星等。一切顺利。接着他们却在M33的距离上争吵发火了。当时，可接受的距离是略多于200万光年，但这一发现缺乏稳固的基础。汉弗莱斯抱怨说，“哈勃曾描述过M33的造父变星比M31的造父变星光度增加1/10。M33的距离就是以此为基础计算的。但M31每次发生变化，M33也发生变化。”

1983年一位中学教师乔治·卡尔森走进圣芭芭拉大街，想找份有建设性的工作以度过暑假。桑德奇派他用闪视比较仪观看底片并缩减M33造父变星的数据。结果得出的新距离约为350万光年，M33最亮星的绝对星等也相应提高。红巨星不再坚持在-8绝对星等。桑德奇改变了想法：最大发光度没有绝对极限。此时，桑德奇说，最大发光度是统计的星系越大，其最亮星也越亮。

汉弗莱斯说，“这使每个人大为震惊。”她着手研究这一情况，就像一名教师追赶着走上歧途的学生。她争辩说，“桑德奇无视M33尘埃的影响，这些尘埃会使其造父变星变红、变暗，看上去更遥远。”她叙述着事实，“桑德奇和我都已经知道M33中的红超巨星和蓝超巨星都变红了。几个月以前他告诉我M33中的造父变星变红了。他和我在图中标出了尘埃通道。”这和1969年马道尔对NGC2403造父变星测量值提出的批评相似。

桑德奇的答复是造父变星和其他星球的平均变红程度大约相同，没必要对浓密埃尘通道进行更正，因为造父变星在该通道而红巨星不必非在该通道上。事情变得激烈起来。一天桑德奇拍着桌上的一批论文说，“我已经观察过这些星球了。你不必重新观察。”

第二天，他道歉了。“现在你了解我的另一面了。”

“阿伦，”汉弗莱斯温和地说，“我早知道你会这样的。”

桑德奇和汉弗莱斯各自宣称自己在这场争论中获胜。汉弗莱斯说结果是，“M3又重新回到原处，对最亮红超巨星的校准也回到-8值。”然后桑德奇继续原引和使用他和卡尔森所测得的距离，把M33及其校准星系估计得更明亮、更遥远。

同时汉弗莱斯已经对M101进行探索，那是一个更大更亮的星系。对于争论双方来说，M101都是研究哈勃常数工作的关键。桑德奇和塔姆曼曾就M101写过整篇充满激烈争论的论文。而且，汉弗莱斯宣称，阿伦森及其小组成员用9种方法得出到室女座星团的距离，而其中有6种要依靠M101。

汉弗莱斯梦想把距离标度重新建立在类星体物理学的坚固基础上：以最明亮之星为距离标度。发生的剪断是否会把巨星系M101中的星光限制到-8绝对星等？如果真如此，那么既将启用的太空望远镜(2.4米的望远镜按计划将于1986年由美国宇航局用航天飞机送入轨道)可以一劳永逸地解决哈勃争议。太空望远镜还会解决类似室女星座这样遥远星系中单个最亮星的问题。

桑德奇和塔姆曼10年前曾搜索M101寻找大红巨星，但没有找到，这使他们进一步得出结论，星系离他们十分遥远，无法看到。汉弗莱斯和斯蒂芬·斯特罗姆，一位任职于基特山峰的年轻天文学家，共同搜索M101寻找大红巨星。他们取来摄影底片并取得了桑德奇痛恨的另一项新技术的支持。他们将底片一点一点地通过测量底片影像黑色的底片密度扫描仪(PDS)，将其转换为数码带，每张底片有580万个数码。这些数码成为输入计算机的素材。

有了这种新装置，有耐心的天文学家再也不用透过显微镜目不

转睛地盯着一对该死的底片。相反计算机却以电子方式比较校准底片，清除底片的缺陷把前景之星从星系照片中抹去，或把前景星系从星场中抹去。这里不需要也用不着凭直觉，一切都是坚实冰冷的，以数学方式给以定义，不受人类偏见的影响——当然，这朝着物理学家非常欣赏的方向迈出了一大步。

他们宣布他们找到了桑德奇和塔姆曼以前没能找到的红超巨星，而且还更亮。这使他们必须做出选择。如果他们接受桑德奇和塔姆曼宣布的M101的距离，那么这些超巨星在该星系只比其他星球的亮度高半个光度，那么剪断效果和作为距离指示值的能力就会消失。或者他们会采纳德·沃库勒尔和其他人鼓吹的较短距离，这样红巨星就会得到正确的光度。

汉弗莱斯和斯特罗姆选择了物理学高于经典天文学。他们宣布红超巨星在每个星系都有相同的光度阻断，使宇宙发生波动的增加密度。它使得M101更加靠近，在室女座星团中运动。根据汉弗莱斯所言，这反过来也意味着哈勃常数确实接近90。宇宙像个手风琴似的一张一弛。

“我和阿伦正面冲突就从此开始，”她刻薄地说，桑德奇试图把他们的论文枪毙掉，建议他私下里以斗争方式解决。桑德奇争辩说他们的图样被前景之星给玷污了，而前景之星数量如此之多，以至于斯特罗姆和汉弗莱斯所用的办法是按统计方法把前景之星抹去的。

桑德奇怒气冲冲地去找自己的底片，重新进行分析，寻找红超巨星。他并没有期望找到什么。他解释说，“斯特罗姆和汉弗莱斯的说法是由强烈动机形成的。我回去查看就是真不相信他们的这一说法。顺便说一句，我用闪视比较仪观看相同的底片，天呀，我在一个大星群中发现了一颗星，它很可能是红巨星，我想这颗星被他们忽略了。”他继续寻找比汉弗莱斯和斯特罗姆发现的还要高半个亮度的红巨星。对此事的回忆时而耗费他的精力。“我想在第一篇论文中我们不够仔细。在我自己不够熟练时我对斯特罗姆和汉弗莱

斯感到气愤，怒气总是回来缠住我不放。”

然而，桑德奇仍坚持原来自己测定的M101的距离，他报告说该星系最亮巨星的绝对星等不是-8而是-9。这些最亮的巨星不再是一个标准烛光值。

汉弗莱斯满怀疑虑地问道，“他怎么能突然做出改变呢？”天文学界的一般看法是桑德奇又改变腔调，为的是挽救哈勃常数。

桑德奇现在处于这样一种境地：他争辩说自己过去讲过有关最亮星球的话都不正确，而其他人都说他没错。这使他感到一种烈士献身般的满足。他和塔姆曼正以科学的名义自己否定自己的见解。他说“在那件事上，我们在自割喉咙。”

桑德奇抱怨着“大家都想证明古斯塔夫和我错了。”他指责太空望远镜，说它给天文学家带来把最亮星确定为可靠指示值的愿望。大家都在要手段争取得到使用太空望远镜的地位。“所以，现在你想追究事情真相的细节，”他默默地说，“这就是与科学有关的一切。”这些细节像什么呢？M81的造父变星在哪儿？在M101中哪些是红巨星？哪个小组还没看到这些红巨星？哪个小组得出的视星等正确，等等？”

他的声音变得更响亮更刚强。“我无法确切解释我为什么会发怒，但我知道斯特罗姆和汉弗莱斯在讨论前没做好准备工作。唉，他们根本就没做准备工作。他们只依赖自动的方法而没有把人的头脑加进去，人的头脑最能区分缺点、底片的差错以及星系中的星球。他声称他们的红巨星有30%实际上是我们自己星系的前景星。

“他们得出一个较近的距离，然后就蹦着走，向前跳过4或5个步骤得出哈勃常数。每个人只从某一次观察就向前跳4或5步，然后跳一大步：如果，如果，那么……”

他听起来有些疲倦。“但每个人都有权在一生中写一篇论文，谈论哈勃常数的数值。”

汉弗莱斯丝毫没有感到自己被人击败。她觉得随着时间的发展和哈勃常数正偏离桑德奇。她似乎并不特别对他生气。她认为桑德

奇具有超凡的魅力，是个复杂的人物，在几十年拥有无可置疑的权威之后，正在处于守势，甚至当别人考虑重新复核他以前做过的工作也会在感情上受到伤害，他是个易动怒的老爷子，其痛苦悲剧般地而非总是温和地受到更年轻、更强大一代人的安慰。

一天晚上她在明尼阿波利斯市和丈夫戴维森吃晚饭时对我说，"我猜想德·沃库勒尔一定觉得经证明自己是正确的。"宇宙比其最古老的星球更年轻是个自相矛盾的论点。这一与通常见解相对立的反论给她的印象不是恰当而无法解决的。毕竟是桑德奇本人确定了球状星云的年代。"如果他能使自己承认球状星云的年代正推动着整个事件……"她叹息着说。

戴维森说，"长期以来桑德奇是世界上最重要的天文学家。他站在很高的地位上讲话，发号施令，'我们已经完成了X'——仅仅发布公告并不解释。"

他停了一会又说，"他没有得出q0对吗？也许他甚至连h0也没得到。"

桑德奇和圣经旧约里的人物一样，留着一脸浓密的胡须。在他的一生中，他的讲话时而夹杂着一些出自圣经的内容，现在他的谈话更是如此了。他不在会议上露面，流言四起，说他皈依了宗教，再生后成为替人施洗礼的牧师。桑德奇鼓励流言蜚语的传播，并拿它们取乐。任凭流言蜚语传播，这适合于他的性格，因为他在不断疯狂地改换面具。此外，他从不迂回，无论如何，他是个很可怕的人，谁也不敢直接去问他。

他戏弄德·沃库勒尔说，上帝告诉他哈勃常数是50。德·沃库勒尔重复这条消息时，脸拉得好长。

16

Z 测量仪

传说哈佛大学天文台闹鬼了。天文台现在是哈佛-史密森天体物理中心的一部分。该中心建在一座小山上的橡树林和枫树林中。从哈佛广场向西走上15分钟，途经托利宅第和拉德克利夫宿舍大楼就到了这座小山上。山顶上有座三层U字型砖砌大楼，那是综合建筑最古老的部分，其中就包括着原来的天文台。大楼连接处后部、沿后山坡延伸开来的是一座玻璃和石块构成的现代化建筑物，里面铺着灰地毯。旧建筑物的一个侧厅里有个老图书馆，是每星期四下午举行学术讨论会的地方。另一面侧厅里排着积满灰尘的天文照片，通向一个小型天文馆。楼上有一个古老的观测室，里面孤零零地摆着一台历史性的梅茨马勒牌15英寸折射望远镜，泛着黄铜色的光泽。望远镜造于1847年，由于已经退役，所以在50年代的一次不太认真且颇有争议的现代化努力中它能够侥幸留了下来。

天文台房顶上有个白色的拱顶，其大小和一间小屋相同，里面放着一台9英寸折射望远镜，是由著名的阿尔万·克拉克望远镜制造厂生产的。每月的星期四晚上，天文台对公众开放。此时，这台望远镜就会派上用场。下层职员如大学生和浏览参观或使用天文台举行业余会议的当地天文学爱好者想尽快朝空中望上一眼，都可以使用这台望远镜。

在一个漆黑的夜晚，嘎吱作响的老楼宛如一座迷宫。风穿堂而过，黑影飘忽，大厅弥漫着一种反主流文化的空气(也许是大麻的刺鼻味)，有人很可能想知道自己是否看到一个人穿着19世纪的夜礼服从15英寸的折射望远镜上走下来，或者一个穿军用雨衣的人一秒种

前刚出现在图书馆的书库内?

斯蒂芬·奥马拉是《天空与望远镜》杂志的工作人员，也是天文台的常客。据她讲，流传最广的鬼魂叫乔治·邦德。他是天文台之父、天文台第二位主任，也是威廉·甘齐·邦德的儿子。威廉·邦德性格孤癖，整整一个冬季他都待在没有取暖设备的拱顶内。为猎户座拍摄照片之后，于1865年死于肺结核和肺炎。邦德是一名天空摄影之父，但他没留下自己的画像或照片。由于他在一次自杀传说中扮演的角色，所以围绕着他的神秘气氛变得更为强烈。据说，邦德的同班同学爱德华·布罗姆菲尔德·菲利普斯是个同性恋，邦德成为他倾心的对象，当他遭到邦德的拒绝后便自杀身亡。当然，这位失望的情人把他全部的金钱捐赠给了哈佛大学。

1974年马克·戴维斯带着普林斯顿大学博士学位，带着吉姆·皮布尔斯给他的任务来到哈佛。他冷静、身材瘦长。皮布尔斯教导他，对于宇宙和宇宙学家来说要学的东西远远多于q0和h0这两个数字。例如，存在的问题就包括宇宙的物质是如何真正排列的，宇宙的发光体、星系是从哪儿来的。戴维斯这位宇宙学家来此的任务就是要强迫天空的模式接受某种量化原则，找到某种量化的测量法以代替照片或类似“薄饼状结构”等比喻说法。80年代末期在哈佛和其他一些地方一种新型的观测宇宙学即将问世。

在皮布尔斯的分析热情鼓舞下，戴维斯注定要发起这些计划中最大、最成功的一个，这项计划不仅成为新宇宙学的范例，而且也有助于将哈佛大学的天文学引入20世纪后期。如果说戴维斯要和鬼魂竞争，他也会轻而易举地取胜。

戴维斯身材修长，面色红润，长着稀疏的棕色卷发，褐色的眼睛微笑起来眯成一条缝，留着一副得意洋洋的仁丹胡，真可谓是自动化一代的又一成员。他一心只想当科学家。他在俄亥俄州长大。他对科学的偏爱应归于美国宇航局在克里弗兰举办的一次展览会。他从展览会上带回家一大堆材料以及与相对论和宇宙学有关的图书。他回忆说，“我上六年级时，教师给我一本高中化学书。”然而，

使他懊恼不已的是，他发现无法制成炸药。他的兴趣逐渐转向物理学。上高中时，他花了一个暑假的时间参加了在俄亥俄州由NSF主办的一项计划，在物理实验室里干活制造真空管。他去麻省理工学院专修物理学，毕业于1969年，比古思和施拉姆晚一届比赫钦拉早一届。他获得了在毕业典礼上致告别辞的优秀毕业生代表的资格。最初这使他感受到压力，但他的成绩也很不错，还进了普林斯顿大学的研究生院。

使他和皮布尔斯分不开的是一种矛盾情结。皮布尔斯称戴维斯是个能文能武的人。这一年他是个理论家，下一年他又是个能动手做实验的实干家。他似乎拿不定主意到底干什么。从技术上来讲，他甚至不是皮布尔斯的学生。他正在威尔金森办公室隔壁制造一台红外线探测器，并用它来搜索天空，寻找初生星系发出的热，并在为他以前所从事的工作准备博士论文。

但是在普林斯顿工作已将结束时，他开始迷上了理论天文学。皮布尔斯讲授的课程他听了两遍，做笔记，且还来访交谈。皮布尔斯追求宇宙的量化标准拨动了他的心弦。和皮布尔斯一样，戴维斯神情松弛，但并不讲蠢话，并对定性描述很不信任。1974年秋，有一天他顺便来到皮布尔斯的办公室。他即将去哈佛任副教授，正像后来发生的实际情况那样，他想带着研究任务去哈佛。

皮布尔斯的对射函数可以测量星系间的距离有多远。当时他正在设法搞清：用对射函数还可以干什么?在宇宙生长和团块的相互关系背后，物理学到底是什么？他恰巧刚刚读过一篇为BBGKY等做的论文，其理论含糊、费解而复杂，涉及到气体产生的摄动和冲击波，情景和宇宙形成初期的情况相似。他建议戴维斯深入研究一下。他们决定把这种理论应用于早期宇宙，并想看一看能否再生出星系的统计数值。戴维斯把这项工作带到了剑桥。

BBGKY代表着5个物理学家的名字：博思、博格柳巴夫、格林、阿克任德和伊翁。应用这一理论是件令人很不愉快的工作。BBGKY等级包括数不清的公式。这是皮布尔斯和戴维斯接触到的

最难的数学问题。“我们经历了一段倍受折磨的日子。我用了好几个钟头到波士顿去，在漫漫长夜里焦急地分析，设法想出来如何处的理这一问题。”

在许多令人怀疑的大胆假设的帮助下，戴维斯经过奋斗得出了答案，此答案和皮布尔斯的对射函数在统计方面有相似性。可戴维斯并不高兴。他们被难住了：只要物理学家只局限在对两维宇宙的分析，而所有的星系统统集结在天空的拱顶之中，这一理论就永远不会起到更好的作用。

自哈勃时代以来，宇宙组成的基本观点从来不曾改变过。宇宙是由星系团组成的，其中主要是椭圆星系和“场”星系，大部分旋涡星系分散在其中。甚至有更大的集合群——德· 沃库勒尔的超级星团——等于是异端邪说。类似皮布尔斯和戴维斯这样的物理天文学家需要的是解释天空形式的第三维，即星系的深度。

幸运的是，哈勃定律给宇宙学家留下了完美的工具来研究系统宇宙地理。因为一个星系到地球的距离与其红向移动成比例，如果你在天空中找到一些星系，标绘出它们的坐标，测量其红向移动，你就会得到宇宙的三维标度模型。即使不知道哈勃常数的数值，仍可知道各星系相互关系的形式。红向移动是通向距离和结构的关键。

尽管人们对宇宙膨胀和哈勃常数都很有兴趣，但用红向移动打开的锁却很少。70年代初期，在哈勃取得突破的40年里，大约只测量过250个星系的红向移动速度——并且还是在1956年由赫马林、梅奥尔和桑德奇编辑出版的。那还不足于桶中的一滴水。桑德奇多年来一直致力于把沙普利和艾姆斯编辑的1 300个最亮星系的红向移动列成目录。但似乎谁都不知道这一目录何时可以出版。既使目录出版了，那也只是杯水车薪。

在此领域所做工作如此之少，其原因是在望远镜时代获得红向移动的数据，付出的代价太高。要测量一个红向移动就得把星系的光分散为该星系成分的波长并记录其光谱。即使用200英寸的望远镜，把光子幅射线渗入感光乳剂制成可阅读的光谱，也需要几个小

时或一整夜。

缺乏大量资料意味着天文学家除了只有偏见之外几乎不了解宇宙的物质是如何排列的。这使他们像德·沃库勒尔和桑德奇那样随意争论，争论星系是否会在超级星团内聚集，使哈勃流动偏斜，或仅仅是在一个均匀场内的一些孤立的葡萄干似的东西。

一位爱沙尼亚天文学家詹恩·艾那斯托试图以文献中已有的几百个红向移动为根据——这些红向移动中的大部分来自德·沃库勒尔的目录——分析星系的分布。他的结论是星系的大规模组织具有网状或蜂窝状结构：相互连结的星系包围着巨大、空白的太空地区。艾那斯托在1976年国际天文协会会议上宣布了他的成果。就是在这次会议上，德·沃库勒尔公开批评桑德奇，但很少有人对艾那斯托的成果加以注意。

然而，红向移动的测量即将变得简单容易了。70年代比感光乳剂更快更灵敏且更有优点的光电探测器能够把光谱更快地记录下来。一些天文学家开始利用这一新技术测量红向移动并绘制了宇宙图。

美国人在此领域的早期先锋包括莱尔德·汤普森和斯蒂芬·戈里高利。他们是70年代初亚利桑那大学的研究生，师从威廉·G·蒂夫特、汤普森和戈里高利，开始利用新技术记录红向移动并描绘出天空狭窄地段内的星系公布。汤普森说，“直觉使我们认识到它是个不规则的分布。”他和戈里高利把观测场集中在类似武仙座和后发座那样的大星系团上，观测工作从中心开始向外扩展。他们发现星团在同类星系的海洋中并不是孤立的高密度的地区，而更像一块花边手绢上的花结。汤普森和戈里高利从一个星团到另一个星团跟踪着星系桥。他们绘制的草图中几乎没有类似孤立星系的东西。星团似乎全都相连，某些结构部分像链条或细丝。星团前后和周围都是空洞和大片大片的空间沙漠。这和艾纳斯托所说的情况相同。

这意味着什么，尚不清楚。皮布尔斯并不相信他们的发现，尤其因为他们得出了错误答案：根据他提出的自下而上的理论，星系

应先形成然后加入到星团中，因此，这样大的聚合体应该在宇宙范围内还不存在。他认为得出那种错误印象很容易。拿他的那张“一百万个星系”图，在遍布天空的星系黑点中，用肉眼也能找到结、块——后发座更有些引人注目，还有链、细丝，像装满纤毛的石盘，在空中扭动缠结着。皮布尔斯怀疑这种结构的真实性。他不相信眼球观测得出的主观判断。宇宙学需要数字。

戴维斯表示同意。他不愿意在资料不足时就开始工作。观测宇宙学的现状以及缺乏事实使他对构建一种有意义的大规模结构理论的前景勇气不足。他认定他的动机太明确，所以当不成理论家。作为一个观测员，他可以帮助改正宇宙数据不足的情况。然而，环顾哈佛大学的设施，不费吹灰之力就可以看到，在此搞认真研究的前景是悲惨的。

邦德的父亲是个不知疲倦的人。哈佛天文台自他于1837年创建以来，历经几上几下。本世纪初在E·皮克曼和他的女助手的领导下，天文台在恒星分类方面一直居于领先地位。哈洛沙普利是哈勃的老对手，在他的领导下，天文台变成了天文物理学的教育中心。在哈勃开始做出一连串的发现并成为天文台主任之前，哈洛·沙普利离开了威尔逊山。他当了30多年的天文台主任。一次他估计，美国的天文学家有一半是从他手里拿到博士学位的。

然而到70年代初，天文学界感到哈佛不再是第一流天文台了。哈佛这块牌子吸引了众多优秀的毕业生，但哈佛的师资力量属于中游。戴维斯来到哈佛头一年，和另一位普林斯顿大学的研究生，也曾师从皮布尔斯的玛格丽特·盖勒组织了一个外星系天文学研讨班，结果，大部分课程要由他们来讲授。

在花园大街仍保留着探索生气的是天文台的另一部分——史密森天文物理观测站。在20世纪之交该站建于华盛顿特区。50年代，在弗雷德·惠普尔的领导下，搬到哈佛。弗雷德·惠普尔是哈佛大学教授和彗星专家。他及时从全国科学基金会和美国科学院获得拨款，建立卫星跟踪站，跟踪苏联卫星。后来，惠普尔把北美跟踪站

从新墨西哥州的奥尔甘关口迁到塔克森市外狭窄的霍普金斯山，并安装了一台60英寸的望远镜。惠普尔有名得力助手叫查尔斯·蒂林哈斯特，可惜他36岁死于癌症。惠普尔就把这台望远镜命名为蒂林哈斯特折射望远镜。而跟踪站最优秀的工作人员迁到亚利桑那，成为天文观测助手。

70年代初，哈佛天文台和史密森观测站同在一座大楼内，从事着同一种工作，于是双方同意将其业务合并。就像威尔逊山和加州大学技术学院合并一样，这一合并部分原因是装点门面。图书馆藏书和观测设施由双方共有，但人员工资仍由原单位支付，人员的任命也由原单位控制。

天体物理中心是由乔治·菲尔德一手创建的。他是个身材瘦长，态度温和的理论家，首任该中心主任。他在任期间首先搞了一次突然行动，将里卡多·吉阿克尼及其领导的物理学家和天文学家从美国科学与工程公司招至麾下。这些物理学家和天文学家曾在该公司制造出第一台X光天文卫星“自由号”。1973年，哈佛-史密森天体物理学中心(CFA)一夜之间变成了X光天文学中心。吉阿克尼被聘为哈佛大学教授，但他及其工作小组成员仍由史密森支付工资，当X光小组在报纸报导中被简称为“哈佛天文学家”时，真让史密森一方感到哭笑不得。这真是典型的史密森出钱，哈佛得名。

尽管史密森有钱，但当戴维斯来到并开始四处寻找观测计划时，光学天文学在天体物理学中心已濒临死亡。中心的观测设施包括一台60英寸望远镜，安装在波士顿郊区一个筒形白铁皮小屋内(沙普利曾坚持说这台望远镜是61英寸，所以在望远镜名单上它位居威尔逊山60英寸望远镜前)。史密森已开始和亚利桑那大学合建一台非常先进的多镜头望远镜。它由6个一米长的镜头协同工作，其聚光能力与一台4.5米(177英寸)的镜头相同。他们不得不把霍普金斯山顶炸平，以留出修建多镜头望远镜的空地，但它在70年代末之前是建不成的。

同时，为满足现代天文学的需要，也对蒂林哈斯特望远镜做了

小小的改装。镜上的摄谱仪配上一个图像管，用电子方法将弱光谱放大，以便更容易将其记录在胶片上。虽然天体物理中心较年轻的工作人员不辞辛苦说服了上司，使他们相信改装能获得成功，但没能奏效。

戴维斯和另一位天文学家曾去霍普金斯山，想用60英寸望远镜设法观测一些星系，但那次经历使他吃尽了苦头。他回来后摇着头说，"真让人伤心，我发誓再也不去霍普金斯山了。"但他到底还是又回去了，并用电视机显像管代替了图像管。可电视机显像管易碎，结果它掉在地上摔成碎片。

戴维斯闷闷不乐。没有一件事适合他的工作。正如他自己承认的那样："有一段时间我出的成果不多。"

戴维斯的论文准备论述古星系。在写论文的过程中，他和戴维·莱瑟姆成为朋友。莱瑟姆是史密森观测台的天文学家，是哈佛的研究生，从没离开过哈佛。他还是一位世界级的摩托车赛车手。1971年他在马恩岛那次著名的摩托车竞赛中赢得一枚金牌。莱瑟姆身穿赛车皮衣骑在摩托车上的招贴画装饰在他的办公室门内。莱瑟姆本人有些保守，外表整洁，在天体物理中心常穿茄克、系领带的人不多，可莱瑟姆就是其中之一。莱瑟姆对不常见星球的光谱学很感兴趣，但他用许多时间制作望远镜装置，因为现有的观测设备糟糕得令人吃惊。

在谈论星系时，戴维斯和莱瑟姆一同梦想要搞几个大的观测项目。急于要做的是什么呢？他们有几个想法，但戴维斯不断坚持测量红向移动的想法。

戴维斯一想到要测量红向移动，就颇以救世主自居。这是宇宙学中符合逻辑的一个步骤。其他地方已经有观测小组在电子测量红向移动方面获得丰收，大部分成果是绘出大星团的范围。他们的成果似乎提出偷偷溜过太空的星团比人们想像的更大，在星团间有上百万光年的距离内似乎没有星系——一切都不存在。

戴维斯对从有限的数据中得出的结论表示怀疑。他喜欢说超大

星团不是宇宙。“咱们可别缩手缩脚，只测量10个红向移动就写一篇论文，”他对莱瑟姆说。戴维斯决定要测量整个天空——几百个或几千个红向移动，足以了解星系的分布。这就要求为那台可恨的60英寸望远镜制造全新的光谱设备，可那也不难。他解释说，“从写论文中我已经具备了电子和金属节削方面的经验。”

1976年戴维斯安定下来，计划用25万美元为60英寸望远镜制造一台电子探测器，在霍普金斯山上观测星系的红向移动。莱瑟姆认为戴维斯疯了。有一天，他们站在天文台的装货台上，面对着从拉德克利夫网球场延伸过来的大道，大声争论了一个小时。

戴维斯开始设法四处寻找资金，启动此项计划。他遇到的问题是“没有资金”。莱瑟姆解释说，“马克是哈佛那边的人，接触不到史密森的基金。”戴维斯写了封建议信，寄给国家科学基金会，但杳无音信。国家科学基金会自然不愿意把大笔金钱送给天体物理中心(CFA)和史密森。这就与洛克菲勒禁止把金钱交给卡耐学院是同一个道理。

最后，在1976年秋天，菲尔德和一位副主任赫布·格斯基在莱瑟姆的紧急要求下，将戴维斯置于自己的庇护之下。菲尔德与国家科学基金学会交涉，为戴维斯争取到一小笔拨款。格斯基开始将史密森的资源，如技术人员、电脑程序人员、小额定期资金等供戴维斯和莱瑟姆支配。他们最后屈服了，签了字，于是开始了红向移动观测项目。宇宙学并非在莱瑟姆个人兴趣范围之内，但他考虑这一观测活动是为霍普金斯山开发一流设备的好方法，同时也会使哈佛史密森天文学走出黑暗的低谷。

戴维斯高兴地自言自语着，“好啦，可以开始制造工具了。但制造什么呢？他雄心勃勃，想测量红向移动，这样就可测出兹维基目录中2 000个最亮星系的相对位置。它们的亮度都超过14.5个星等，而且在北部天空。那可需要获得、保存和管理大量的数据。

这一假定的工具应该可以从空中摘取上述全部资料，揭示出隐藏的星系秩序。戴维斯将这一工具定名为Z测量仪。Z是天文学家为

红向移动规定的符号。在最初提出的建议中，Z测量仪需要有一个特殊的数字转换电子管，安装在劣质摄谱仪的后面，把光转换成数字电子信号。但戴维斯使用数字转换电子管的实例使他的希望破灭了。“真蠢，这东西看似有希望，真干起来却不行，”他说。

约翰·赫钦拉是进入红向移动研究领域的第三位重要角色。他是个博士后，刚从加州大学技术学院获得博士学位。后来他还和阿伦森、莫尔德合作，研究哈勃常数。他是个无所不能的观测人员，特别能找大项目。他说，“我喜欢搞很多东西。”就像黄石公园的狗熊被满满的垃圾箱所吸引一样，他是被戴维斯和莱瑟姆所吸引才于1976年秋来到这里的。

赫钦拉个子不高，瘦而结实，一副摔跤运动员的身材，剑桥的生活给他留下了一个明显的啤酒肚，圆脸，短胡须，戴着厚厚的长方形眼镜，金黄的头发脏兮兮的且大部分已经脱落。他的衣着简直像纽约鲍厄里大街上的流浪汉。我头一次见到他时，他戴着浅顶软呢帽，穿着军用胶布雨衣，肮脏而多皱褶。

赫钦拉谈起望远镜和仪器来就像它们都是活生生的东西，是聪明的宠物或小孩，逗逗它们可以为自己要些小把戏似的。他的确经常逗弄宠物和小孩。他和戴维斯不同，他天生离不开望远镜。他在新泽西成长，读是的科幻小说和加莫夫以及霍伊尔所写的通俗天文学著作。赫钦拉是麻省理工学院物理实验厂另一位有经验的老手，毕业于1970年，比戴维斯晚一年。他在摔跤队里认识了施拉姆。和古思一样，他也卷入过反战政治活动，但他本性更粗野。一天晚上，他和几个朋友到机工车间，焊制了一个攻城锤，撞开了麻省理工学院院长办公室大门，然后，占领了办公室。

我问赫钦拉，为什么如此众多的麻省理工学院60年代物理学专业的毕业生后来走上了研究宇宙学的崎岖小路。他回答说：“我们正在避开两件事。粒子物理学领域人满为患，研究小组太大，而且物理学中还有许多军事防御性工作。”

赫钦拉曾在加州大学技术学院上学，希望成为理论家。他笑着

说，“应该亮起一盏错误的大红灯。”他指第一名棒球手让滚地球从胯下穿过，记分板上打出的“错误”标记。“可加州大学技术学院根本就没有天体物理学理论家。”赫钦拉在帕洛马尔山得到一个增补的低级研究员职位，工作是在帕洛马尔山用18英寸施米德望远镜寻找超新星。他喜欢说他是加州大学技术学院最笨的研究生，但工资最高。

他的工作要求他在漆黑之夜与桑德奇等名人打交道，而其他研究生都从来没见过这些名人。谈到桑德奇时他说，“我想我们是不错的朋友，”显然指他在加入阿伦森和莫尔德小组重新测量宇宙前的那些日子，“我想，我们关系还不错。”另一件成果是他变成了一名干劲十足、技能娴熟的观测人员。“我学会了如何使望远镜朝上、朝下保持不动，如何调准史密德望远镜，并通过加水使其重量保持平衡。”

冈恩多才多艺，也是个科幻小说迷，他和赫钦拉成为好朋友。作家托尔基恩在《拳王》一书中发明了一种埃尔维斯文字，两人常用这种文字互留便条。

赫钦拉在加州大学技术学院这段日子过得不顺，此时他与其他人合作测量过光亮星体的红向移动，他一直在帕洛马尔山用60英寸望远镜连续对红向移动进行观察，并计划从剑桥开始继续这项工作。

赫钦拉一到，就去霍普金斯山，试图使用那里的60英寸望远镜，但他放弃了。他以花哨时尚的语言宣布“这台摄谱仪能吹死狗熊。”

赫钦拉虽然是个博士后，但几年来没有什么优秀研究成果，所以也不能另找一份工作。他没时间从事筹款或搞大型建设项目。当戴维斯的观测项目显露出即将开始的迹象时，他便参与了合作。毕竟他是三人当中惟一拍摄过星体光谱的人。

赫钦拉有很好的人事关系。在戴维斯的数字转换电子管失败后，他的熟人就派上用场了。他有一位好朋友，名字叫史蒂夫·谢克特曼，是位电子天文学领域的先驱，曾为密支根大学的一台望远镜制造一种设备，而那台望远镜所做的工作和戴维斯要做的工作相同。

谢克特曼同意让赫钦拉及其朋友仿制那种设备。

谢克特曼现住在威尔逊山著名的圣芭芭拉大街。他寄给戴维斯一个零件单。夏天戴维斯乘飞机飞往洛杉矶，带回一大包电子零件和栓着零件的空电路板。他在帕萨迪那呆了一个月，把谢克特曼的电子器件折下来，逐个复制电路板。

此时，在剑桥，工作已经搞得热火朝天了。戴维斯在普林斯顿曾认识一位研究生，名叫约翰·托恩利，他现在也来到天体物理中心。

格斯基把大家组织成“飞虎队”，这是宇航局应付麻烦或压力的一项传统做法。莱瑟姆做为史密森天文台参与红向移动计划的高级人员。实际成为该项目经理。他和赫钦拉把摄谱仪折开，重新制造。两人到处采购零件，同时,托恩利开始为一般新星数据编写电脑程序，以便使红移测量仪运行，记录数据并自动测量星系光谱的红向移动。

谢克特曼和戴维斯新发明的核心部分是一个三级图像管和一排收集光反应电负荷的二级管以代替摄影胶片。

莱瑟姆解释了新发明的工作原理。星系发出的光，是亿万个太阳发出的光，被60英寸的望远镜收集，光很微弱，集中在衍射光栅上，衍射光栅把微光扩展扇形状彩虹。彩虹太微弱了，人眼甚至摄影胶片都看不见。彩虹落在变像管的一端，使对光极敏感的一种特殊涂层吐出电子。这些电子通过高电压增速，在二极管内朝下方流动，撞击到另一端中的一个屏蔽上，从另一个敏感的涂层上涌出更多的电子并通过管子的第二极加速。这一过程重复三次。最后，最初的光谱图形重新产生。其亮度比图像管后部的磷光体屏幕亮100万倍。

经放大的光谱依次集中在收集光反应电负荷的二极管上，二极管通过每储存一个电负荷来对光做出反应——光越亮，电负荷越多。

因为戴维斯计划观测的平均星系在光线散开时如此昏暗，由于图像管和收集光反应电负荷的二极管又非常灵敏，所以进入摄谱仪

的光按逐个光子被记录下来。对于撞上变像管前端的每个光子来说，大约会有100万电子撞击在后部P20磷光体屏蔽上，产生劈劈啪啪的闪光撞击。12个收集光反应电负荷的二极管中大约有6个会充电，电脑可以读出这些充电的二极管，找出劈劈啪啪撞击的中心位置，并且认为哪个二极管(它专门对某一波长做出反应)有一个光子。收集光反应电负荷的二极管每秒读出1 000次。电脑清点通过摄谱仪的每一个光子，计下波长，并且逐渐把光谱，逐个光子编成波峰和波谷，从最深蓝色到最暖的红色。坐在附近示波器上的观测人员可以观察光谱的形成，当它变得很详细，足以测量红向移动时，就停止曝光。

对于一颗普通的星或星系来说，光谱最重大的特征是波谷——虹内的黑孔。每一波谷都标志着一个吸收着该波长光的原子成分。在大多数星体中，请记住包括太阳，钙使得一对相接近的黑线在光谱蓝端下降，如果星系不移动，基本由一种物质组成，光谱中的波谷——吸收线就会排列起来。然而在一个日益衰退的星系中，多普勒效应滑过整个图形，到达红端，星系离去得越快，钙线朝红端移动得越快。

赫钦拉和莱瑟姆在疯狂购物中从货架上买到一个军用夜视变像管。他们挑选的收集光反应电负荷的二极管上又增了一排二极管，这意味着可以向其发射一种参考光谱。然后由计算机确定而不是由人来选择光谱的低谷在哪一波长上出现，并计算出直线从正常向红向移动的距离，这样就可以计算出星系离去的速度。

光谱记录在50兆硬盘上，并由托恩利编写的软件自动分析。所以，人眼和手都不会在此项研究中留下主观痕迹。这正是物理学家研究天文学的做法。

这一计划在戴维斯的心中逐渐展开了。他估计光度超过14.5的全部北方星系都会使观测达到3亿光年的深度，这恰恰有可能包括相当多的宇宙实例样品。若情况如此，那么观测就会为新的宇宙量化统计提供数据基础。使用如此巨大的宇宙比例模型，他们最终有

可能得出一个可靠的q0值，并发现宇宙星云的真正特征。

戴维斯有可能需要更大的动力来促使他为宇宙制图，而这一动力是他在1977年夏天得到的。当时宇宙学家在爱沙尼亚的塔林集会，塔林是波罗地海沿岸一座中等城市。

会议由国际天文协会主办，研讨宇宙的大规模结构。爱沙尼亚天文学家艾纳斯托对星系分布的分析令与会者都大吃一惊。艾纳斯托告诉他们，宇宙有一个细胞型结构，星体和星云沿细胞壁集中，细胞壁包围着黑暗的空白区。他的分析对皮布尔斯十年来一直致力研究的星系形成理论提出了挑战。它听起来很像泽利多维奇提出的薄饼状结构模式，在这一模式中，物质落入大板块上，然后大板块分裂为星系。莱瑟姆说："大家都在谈论艾纳斯托。"

皮布尔斯和泽利多维奇都出席了塔林会议。两个世界观对立的天文学家首次相遇。

一个瘦长，冷静；另一个则貌似一个小胡椒瓶。据皮布尔斯回忆，他们的谈话仅限于社交性的玩笑，但他承认他仔细观察过泽利多维奇。泽利多维奇把他的小组成员都带来参加会议。"他精力过盛，管理的方法非常有趣。"皮布尔斯说，"他总是把最尖锐的问题安排给最亲密的同事。而他最亲密的同事都明白、期待并以极大的、坚韧不拔的精神忍受着。他却费尽心机使不属于他的小组成员感到随便，照顾他们。"

"他从不猛烈攻击别人，尤其不对非小组成员施加压力。当然他对自己小组的成员催得非常紧。"

戴维斯也遇到泽利多维奇，还把自己全面观测红向移动的计划告诉他。令人费解的是泽利多维奇似乎缺乏热情，好像他认为这是一种水平很低的工作，不明白为什么一个一流的科学家竟会献身于这种工作。戴维斯得出结论——前苏联不欣赏实验科学。

1977年秋，戴维斯不再担任教学任务。此时，他的工作包括制造Z测量仪。哈佛大学的同事认为他成果不多，对他时而提出批评。他公然对抗说："这一项目能够开始，因为我愿意放弃每两个月就

写一篇论文的计划。”事实上他就要使皮布尔斯和量化宇宙学家大获成功。宇宙的真面目就要展现在他们面前。他回忆说，他正全力以赴。小组计划占用3月份在霍普金斯山大部分夜晚的观测时间。

1978年2月，美国西北部遭受到一系列惊人的暴风雪袭击。第二场暴风雪将新英格兰州埋在二尺的积雪中。马萨诸塞州州长封闭了大波士顿地区的道路，在清除积雪期间，只允许军警和医院的汽车通过。剑桥的居民在进行越野滑雪赛，两周以前，哈佛广场就像一座阿尔卑斯山上的小村庄。许多商店和学校都关闭了，天体物理中心红移小组别无选择，只能为霍普金斯山3月份的工作日期做准备。他们借来了电子仪器，但在使用上遇到一些麻烦。

戴维斯每天滑雪去天文台。莱瑟姆住在曲河以北的水城，往返更加不便。他开着汽车，旁边座位上放着妻子的医用黑色提包。当地警察要他停车时，他就谎称自己是医生，警察才放行。Z测量仪按计划要运往亚利桑那，望远镜进行第一次调试的前一天，莱瑟姆从水城穿过积满大雪的空旷街道一直走到天文台。

托恩利是个软件奇才。他和戴维斯跟随设备一直来到霍普金斯山。正是初春，当冬季银河系从天空顶部移开，那漆黑一片的星系间的空间，那更遥远的星云王国，便可以观测了。

戴维斯回忆起调试设备时的情景。他说，“显然，我没接受过天文学知识培训。头一天夜里，他们把测谱仪调试好，对准空中的各种物体，其中就有猎户座星云。戴维斯和托恩利看了看示波器，两人都被难住了。示波器在有趣的波长上出现了发射线而不是吸收线。事实上他们没认出来的是猎户座星云的光谱——一团热气云在猎户座剑形部位形成第二颗“星球”，这是现代天体物理学上的里程碑之一。

此后他们的天文学技能迅速提高，莱瑟姆预言让Z测量仪工作要耗时一个月，但3天之内，戴维斯和托恩利就已经使用它来收集数据了。戴维斯想，对一位新手来讲，这就不错了。然后，赫钦拉飞过来负责观测红移。研究在空中进行着。

莱瑟姆后来回忆，从他们开始工作算起，大约只用了一年时间.没有哪一个天文台能干得如此迅速：从零开始，只用了短短一年时间，就开始了一个大项目。他明白，即使是他们再做一次也不可能完成。他这样做只为了哈佛——史密森天体物理学中心不再失去仪器设备和其他项目，因此可以继续发展下去。对于莱瑟姆而言，这是该项目中最使他满意的一个方面。他们已经把天文台从黑暗时期重新带回到光明时代。

60英寸蒂林哈斯特折射望远镜变成了一匹干重活的壮马。3月，在明亮的时刻，当月亮从空中将星系冲洗得干干净净，天文学家开始用同一测量系统研究单个的星球。霍普金斯山焕发了青春。

戴维斯在亚利桑那度过了整个春季。他回忆说，那是个痛苦的观测季节，有时下雨，有时下雪。霍普金斯山不是帕洛马尔山或基特山峰，那里没有餐室、图书馆、柏油马路和洗手间。从山顶下山走半英里有座小宿舍楼，里面有双层床和一间厨房，天文学家可以用热盘子做饭。霍普金斯山上的生活更像是在野外营地住帐蓬而不像住在一家搞学术活动的疗养地。

霍普金斯山指挥部设在塔克森外的一座小镇上，镇名为阿马多。从阿马多上山是一种特别的优待，天文学家不能开私家车：只有天文台那辆四轮驱动车才能带他们上山、下山。在严重的沙漠风暴期，阿马多河上的桥梁被冲跨，天文学家被困在山顶上。一天夜里，戴维斯吃过晚饭后，正走回去使用望远镜观测。天色漆黑，路沿着峭壁伸展开去。戴维斯虽看不见任何东西但闻到了新土的气息。他们止住脚步，第二早晨发现刚好躲过了一次泥石流。泥石流把一台挖土机掩埋，阻塞了公路。那可不是进行观测的好天气。

当月亮渐渐变圆，头一个两周的“黑夜”观测期结束了。戴维斯去加州，参观了伯克利并到女人谷去滑雪，对山上进行了例行巡视。在其他休假日，他便到塔克森以北的莱蒙山(山上有台红外线望远镜)去滑雪。他一春天都在滑雪，皮肤变成古铜色，和天文学家的特性完全不符。当莱瑟姆来到亚利桑那时，甚至认不出戴维斯了。

红移观测的深度是由实际条件决定的。戴维斯的职务不久将会提升，赫钦拉在史密森任职的机会有限。托恩利需要材料写博士论文。当时他们都需要在二三年内完成观测，这意味着无法对兹维基目录中的3万个星系全部进行观测，他们只能观测大约2 400个星系。

组织实际观测的任务落到赫钦拉的身上。观测星系前，必需有一张星系一览图——那是一张穿越星球的路标图，天文学家可以按图将望远镜对准星球并用测谱仪测量其光谱。赫钦拉的办公室中堆满了5×7英寸的白纸卡片，每张卡片粗略为一个星系。卡片的一面粘着帕洛玛尔天空观测图，上面标着该星系附近的亮星；在另一面他列出了星系的座标和目录中的其他数据，例如按不同体系测量的星等和红移速度，如果该星系恰好是几百个原先已测量过的星系中的一个。卡片就送入绿色箱内。我问赫钦拉，他是否把填卡片的工作承包给学生干，他耸耸肩，摇摇头，“我一小时能填大约100个这样的表格。”

对赫钦拉而言，观测活动本身既痛苦又麻烦。控制室在60英寸望远镜拱顶的地下室内，天文学家在那里观察Z测量仪集结星系的光谱。在楼下，没有办法知道望远镜指向哪里。每次当他们想已找到新星系时，都必须跑上楼，把灯开大，用手旋转拱顶，以便拱顶的开口朝向天空的正确部位，移动望远镜，直到“无物”望远镜上没有数字表示着望远镜面对着正确方向时，才把灯开小，再跑回楼下去。

一般把星系光谱印在收集光反应电负荷的二极管上需要半个小时。当一切正常天体物理中心观测小组沿拱顶楼梯跑上跑下，一夜可拍摄10~15个红移。赫钦拉声称在观测的头一年，65%的红移都是他拍的。“那是我善于做的工作。我一生中最幸福——不，是第二个幸福的夜晚是坐在60英寸望远镜下度过的。”

赫钦拉要到塔克森去6周，出席一个流行音乐会，当他离开Z测量仪，晃荡着走在霍普金斯山上时，他常常会和阿伦森、莫尔德穿

越在基特山峰国家天文台的山谷中。

一年以后他们又从格斯基和国家科学基金会得到一笔资金，可以雇两名以前负责跟踪卫星的工作人员来掌握望远镜和记录数据，并偶而得到额外的帮助。1979年多镜头望远镜诞生，这是自牛顿发明折射望远镜之后在望远镜设计上产生的新思想，霍普金斯山也更名为惠普尔天文台。

天体物理中心红移观测人员在蒂林哈斯特望远镜的台阶上跑上跑下，一点点蚕食着天空，像蚂蚁战士一样啃食着宇宙。收集光反应负荷的二极管每秒读1 000个光子，那些光子在旅行1亿光年后在图像管中熄灭。示波器上也在缓慢地演唱着同一首古老的歌曲，记录器里轻轻移动着，计算机测量着那一移动，得出星系的红移速度，并将其储存。在一卷卷计算机磁带上宇宙的三维结构组装起来，星系的形态只等待着人们去解码和阅读。

但当星系的形态在组装时，它的含义正在变化。原来组织天体物理中心红移观测的目的是为了回答一个问题——星系是如何形成和分布的，但对红移的观测却发现自己被拉入到了一个更深刻、更基本、几乎是个哲学问题的讨论。

从戴维斯和皮布尔斯在普林斯顿大学的小树林中发出阵阵抱怨并种下了红移观测的种子，到天体物理中心的计算机开始清脆地道出天空神秘文字的结果，在此期间，一个模糊不清、令人烦恼不已、潜藏在某些天文学家心底几乎长达半个世纪之久的问题被推到了天文学的前沿。很明显，这一问题是如此令人吃惊、如此重要，致使人们要问，类似的宇宙是无限的还是永恒的？星系和星云来自何方，孰前孰后等一切古老的问题如同刚刚学步的婴儿跑向母亲一样，都急匆匆地奔向这个问题。施拉姆和皮布尔斯认为，如果这个问题找到答案，那么其他问题会迎刃而解。而这个问题就是，宇宙到底是由什么组成的。

17

中微子的春天

仅次于为什么会有这一切这个问题，科学希望认真对待、而天文学家认为已经解决的一个最基本问题是宇宙间的一切究竟是什么？自哈勃时代始，人们接受的答案是宇宙就是星球、星系、尘埃、气体、行星的土球岩石、果园、海藻和人类。但是一位妇女却领头挑战这个观点，她使天文学家相信他们错了，他们并不了解宇宙大部分是由什么组成的，宇宙的大部分不是星球和星系。大部分宇宙是看不见的。

维拉·鲁宾发现暗物质的时候一直在忙个不停：麻烦、争议一直紧紧尾随着她的职业生涯。其中部分原因是她是个女人，另外一部分原因是她非常优秀。她只想平静地观测星系，但她似乎掌握了绝窍，能准确无误地发现令人困惑的观测结果。

鲁宾看起来不像是爱捣乱的人。脸圆圆的，个子不高，白头发留着男式平头发型。她像个老祖母，讲话坦率，直言不讳。她在华盛顿特区长大成人。她是从卧室的窗户遥望繁星开始步入天文学大门的。鲁宾到瓦萨大学求学，成为该校1948年级学生中的一员。在玛丽·麦卡锡的著名小说《小组》中1948级学生被赋予不朽的好名声。吸引鲁宾到该校上学的原因是瓦萨大学以前的教师玛丽娅·米切尔是发现一颗彗星的第一位美国妇女。因此该校有在波基普西草坪上观测天空的传统。她一毕业就嫁给了康奈尔大学的一位研究生，于是随夫来到了加州技术学院。正是在康奈尔大学研究生院，她第一次碰到了麻烦。为了写硕士论文，鲁宾分析了旋涡星系的红移和星等，看看由于宇宙在转动，除了哈勃膨胀之外是否还有其他任何

系统的影响。在当时只有100个左右的星系存在着这类数据，其中大部分由赫马森收藏着。鲁宾用星等作为距离的标准度量，的确发现了一个近点距离。

视亮度相同，因此认为距离应该相等的旋涡星系似乎朝天空一方飞离得较另一方更快一些。她开着汽车，带着出生一个月的女儿顶着大雪来到费城，在美国天文协会1950年会议上报告了这一成果。她的发言题为“宇宙的转动”。她在会议上是个陌生人，谁也不认识。她的论文“未被与会者接受”。35年后，她在谈及此事时仍感到畏缩。那些陌生人——实际上是她认不出来的重要天文学家们——站起来污辱她、斥责她。她逃离费城，也放弃了那一研究课题。具有讽刺意味的是，她的硕士论文有助于鼓励德·沃库勒尔发现了超级星团的数据。沃库勒尔认识到她所说的宇宙恰恰是局部超级星团。

鲁宾随丈夫来到华盛顿特区，一边照看婴儿，一边在乔治城艰难地通过了博士课程，她又一次尝到了从事天文学工作的妇女会有何等遭遇。伟大的乔治·加莫夫有个同事叫阿尔珀。他和鲁宾的丈夫在同一间办公室工作。有一天加莫夫把她叫来，问她是否愿意到应用物理实验室来一趟，谈谈她的研究工作。她很高兴，接受了这一邀请。然后，加莫夫解释说他们该到楼下大厅去谈，因为不允许妇女进入办公室，她在加莫夫的指导下继续写博士论文-皮布尔斯星系对射函数的早期论述。

这样的经历使她后来成为一名热心于争取女权，尤其在科学界争取女权的斗士。有一次她拒绝加入一个声望很高的科技代表团去会见教皇，因为她感到教会和教皇在避孕问题上对妇女的看法很不友善。

取得博士学位后，鲁宾在名称迷人的地磁系工作。该系是华盛顿卡耐基学院的一部分，因此，她实际上和桑德奇以及圣芭芭拉大街的工作人员是横跨美国大陆的师兄妹。60年代她和卡耐基学院的一位同事肯特·福特决定加入那场电子革命。他们最早制造了带图像管的测谱仪，重约300磅。他们把这台测谱仪拖到基特峰，用新

建的望远镜研究类星体。他们刚巧赶上有关红移的狂怒争论。桑德奇和阿普在杂志上互相撕咬，在威尔逊山大厅见面时也互不理睬。鲁宾在研究院工作期间尝到过争议的滋味，因此，对这场宗教信仰式的战争毫无兴趣。

“我只想研究一个不受别人干挠的问题，”鲁宾说。她和福特四处寻找，希望找个安全的课题，用那台第一流的测谱仪进行分析。他们决定研究普通旋涡星系的动力问题。当天文学家得到一个星系的光谱时，一般的做法是取整个星系的单一平均红移值。鲁宾和福特认识到，应该用那台高灵敏度测谱仪测量星系每单个部位中的星球在绕其中心旋转时的相对红移和蓝移值。通过单个测量星系各部分的旋转情况，他们可以作出天文学家所谓的旋转曲线，发现星球在星系内各部移动的速度。从理论上来讲，那就意味着他们可以测量星系内物质是如何分布的。根据牛顿定律，星球在中心外任何距离旋转得越快，那么在星球轨道内部一定有更多的物质。鲁宾和福特用他们的测谱仪就像使用一把手术刀一样实际在肢解着一个个星系。

“当你试图挑出单个物体时，你会发现它和宇宙中的其他物体套在一起。”鲁宾借用了自然主义者约翰·米尔的一句名言说。到目前为止星系中密度最大、最亮部分是其核心部分，也许她和福特天真地期望会发现星系内的物质分布和光一样，大部分都会集中在星系的中心。

在那种情况下，旋转曲线应该符合一种经典的形式。曲线从星系中心出来陡然上升，因为星球轨道包括着越来越密集的物质。核心外面曲线上升程度适中。在靠进碟状边缘部分星球并不紧紧地挤在一起，曲线会逐渐上升或保持平稳。最后，在星系的边缘，轨道增加的范围包括更多小星球物质，星球的速度就会下降。太阳系的情况就是如此，大部分物质包含在太阳内。水星这个最靠近内部的行星，绕轨道旋转一周为80天，但遥远的冥王星却旋转得如此缓慢，以致于它只从50年前被发现的星座内微移。

仙女座星云是宇宙历史遗留下来的大针轮，和银河系是姐妹星系，它距离几乎太近，人们很容易就能观测它。它横跨天空五度，取决于你从距中心珍珠节有多远的地方跟踪星光。但仙女座M31却是宇宙远征开始的地方。1970年鲁宾和福特就是从那里试图绘制第一条旋转曲线的。仙女座太大，用测谱仪一次曝光拍不下整个星座，他们只能经过许多夜晚的观测，按星区依次小心翼翼地把整个星座拍下来。

然而，当他们完成观测后，一种奇怪的事情发生了。鲁宾失去了成为不朽人物的第一次机会。她和福特把全部观测结果拼成一张长而弯曲的制图时，他们注意到在仙女座星系外部地区星球的速度没有下降。用天文学的行话来说，旋转曲线是平的。这意味着就在附近、在宇宙中人们观测得最充分的星系内，有某件谁都不懂的事情正在发生。

但我们不了解原因。“我们不够聪明，”鲁宾说，显得有点沮丧，不知如何解释他们为什么缺乏进一步搞清的意识，当时还不理解旋转曲线的充分含义。他们没有想到把平的曲线和物质的分布联系起来。在苦心思索之后，认为可能是某种反馈效果调整了星球的速度，于是他们把这一课题放弃了。

鲁宾和福特用那台性能良好的图像管测谱仪重新测量了旋涡星系的红移。当然，经过曲折之后，他们又回到了宇宙倾斜膨胀这一课题。鲁宾早在研究生院时，就发现了倾斜膨胀这一事实，并给她带来了不快。但这一次宇宙倾斜膨胀有了个新名称：鲁宾-福特效应，对这一效应做出最简单的解释是，局部宇宙的一大块区域除了膨胀之外，还受到某种拉力，朝着飞马星座滑去。在高级天文学家中没有人对此发现表示出热情，桑德奇早已确定宇宙膨胀是一致的，并对此感到满意，于是他怀疑鲁宾测出的星系样品有倾向性。

看到头顶乌云翻滚，暴风雨即将来临。鲁宾、福特以及诺伯特·索思纳德和戴维·伯斯坦赶快撤回，重新研究旋涡星系的动力问题，而M31那令人费解的旋转曲线却像一颗定时炸弹一样等在那

里。这一次他们决定做一番彻底调查，系统地把旋涡星系的种类研究一遍，从最亮的星系开始，进行测谱并分析星球的运动。对于一个小星系或一个遥远的星系，这些工作可以一步完成。当摄谱仪的入射狭缝和星系的长轴对成一线时，碟状一端星光的蓝移朝我们走来，而另一端星光的红移离我们而去，使所有的光谱线发生扭曲，形成S曲线。从一张光谱图中就可以看出星系的旋转曲线。

鲁宾和福特在暗室里刚举起新冲洗的光谱图，斜视着弯曲的谱线，就意识到发生了怪事。旋转弯曲不像人们认为的那样缓慢地拖长；相反它们和M31的旋转曲线一样也是平的。星球在星系的边缘并没有慢下来，虽然据说那里没有另外的物质推动它们。如果有区别的话，星球旋转速度增加，好像星系内的一个星球距离越远，越有物质推动它，使它旋转加快。但光在那里却越来越少，那么推动遥远星球的另外物质到底是什么？“这一次，”鲁宾说，“我们立刻知道碰到了不同凡响的现象。”出现这种行为只有两种解释，或者牛顿定律错了，或者星系中另有其他物质——那是一些不发光的物质，它们并不像星球那样集中在星系的中央。鲁宾计算出需要多少额外的“暗”物质才能推动星球以现有速度旅行或保持旋转曲线上升。答案令人吃惊：在可见星系中暗物质似乎比存在的物质多2—10倍。

然而，“伟大的天文学家告诉我们这并不意味着什么，”鲁宾说。“他们说这是观测亮星系产生的一种效应。”他们告诉她，回去观看昏暗的星系。

于是她去观看暗星系。但这次她没有退缩。鲁宾怀疑发现了丢失的质量。

“丢失质量”是性格暴躁的弗里兹·兹维基自造的一个词汇，用以描述30年代一次搅乱人心的观测结果，并且从此以后它一直牵动着有头脑的天文学家的心。

兹维基曾测量过彗发星团内一批星系的红移值，计算出它们相互间移动的速度以及使星团不分开需要多少引力。然后，他将这一

引力质量和星团的发光质量加以比较，他仅仅把所有的星光加在一起，得出两者的比较。令他惊奇的是，引力质量比发光质量重10—11倍。这一结论是逃避不了的：除非彗发星团仅仅是一种暂时的光学幻影，否则90%的彗发星团是看不见的物质。结果发现，其他星团的情况也是如此。

兹维基把看不见的90%叫做“丢失的”质量。这是他对宇宙学机构最永久、最具伤害性的一击。兹维基的工作从最根本上暗示着天文学家并不了解宇宙是由什么构成的。

和大多数天文学家一样，鲁宾在研究生院曾重新做过兹维基计算的练习并且得出结论，那里面有人们并不了解的东西。从兹维基时代以来，天文学家曾经发现过其他例证，说明星系的集合似乎超过星系内部单个星系的总和。一般来说，似乎研究的系统越大，可见质量和不可见质量间的差异就越大——丢失的质量越多。有些天文学家紧抱着一种希望：在最大的范围内结果会有足够的丢失质量将宇宙封闭起来。

在研究丢失质量问题方面，皮布尔斯是个颇具影响力的人物。1973年，当他迷恋于在计算机上进行数字模拟试验时，他和普林斯顿大学的同事杰拉米阿·奥斯特里克试图在计算机上模拟一个旋涡星系的结构。他们尝试了多次，但一直没有成功。星系的碟状结构似乎不稳定；碟状内星球间的引力似乎把它拉开。那么星系怎么会存在呢？他们最终发现如果碟状被其他物质的球状光圈所包围，就像汉堡陷饼被夹在一个大面包卷的两半一样，它就能保持稳定。这样的光圈自然是看不见，而且也不必太大就能使星系保持稳定。皮布尔斯认识到，假设这个黑暗的光圈大而重到非理性程度，实际上它可以把足够多的看不见质量加到星系中使宇宙封闭起来，虽然尚无证据证明看不见的质量是否达到如此巨大的程度。当他和奥斯特里克写成论文时，不得不克制自己不把过多的暗物质加进光圈之内。

一年以后，皮布尔斯和奥斯特里克在阿莫斯·亚西尔的帮助下，从正面谈到暗物质、星系质量和q0值问题。亚西尔是一位粒子理论

学家，正在从事博士后研究工作。他们分析了测定星系质量的各种方法——从可见星光到双星系进入相互轨道的动力以及大星群。他们发现，当天文学家从越来越大的范围来观察时，星系的质量似乎也在上升。他们得出结论，兹维基是正确的，星系可能比人们看到的大约重10倍。这种观点在普林斯顿大学天文系之外并没有被人们广为接受，因为普林斯顿大学的理论家们素以偏爱一个封闭的宇宙而出名，既因为惠勒持此观点，也因为星系相互关系的统计指向一个高密度宇宙。

结果暗物质的球状光圈很适合于鲁宾的观测结果。她和小组成员在以后的几年中，在亚利桑那和智利的望远镜旁工作着，将星系的全部组成部分填入表格中：暗星系、亮星系、中心缺乏活力的松散的旋涡星系、带翼翅的紧密的旋涡星系、棒旋星系、纺缍型星系。他们收集了大量不同的旋转曲线。鲁宾成了区分旋转曲线间细微差别的专家。她自我吹嘘说，“如果你给我一条旋转曲线和一个哈勃型星系，我可以告诉你星系的质量、亮度及半径。”

“它们的共同点是具有丢失质量或者暗物质的痕迹，星球旋转超过星球自身的引力可以说明暗物质的存在：亮物质像一种黑暗、神秘波浪上的泡沫。”“没有人告诉我们一切物质都发光，”她毫不客气地脱口说出，“我们认为情况如此。”

鲁宾得出结论，天文学家所说的星系——星光和气体发出的细长的螺纹之物——事实上只是面积更大、更黑、质量大得多的云的发光核心。她就自己的工作发表了一篇简短而有力的演讲，题为“旋涡星系内的物质是什么？”她说“暗物质似乎包围、弥漫在一个可见星系的周围。”她估计古典型旋涡星系的可见边缘内大约有一半的物质是暗物质，但也显示暗云延伸甚至超出了星系可见的边缘；其最大尺度无法追踪。正如兹维基很早以前的发现所暗示的、并经奥斯特里克、皮布尔斯和亚西尔重复过的那样，暗物质的重量超过物质重10或11倍。

鲁宾的要点具有哲学含义。300年来天文学家一直以为宇宙就

是他们看到的东西。他们花费时间所干的工作不过是挑出聚集在一起的团块， 原子形成星球，星球形成星系，星系形成星团，星团形成超级星团，如此而已。可现在这位妇女在此宣布：宇宙是他们没有看到的东西。

“当我们用双眼、用望远镜或通过照片底版观看天空时，我们实际看到的是发光体的分布呈丛生状。”她在说到“发光体”一词时加重了语气，好像怀疑“是否有实际的证据证明发光体的分布说明了物质的分布吗？”对此问题的回答是一个响亮的“还没有”。

在鲁宾开始连续绘制出旋转曲线之前，天文学界的巨子们可以把丢失的质量看做数据不足或被误解而加以忽视。桑德奇抱怨说，“长时间以来我抵制维拉的旋转曲线，但你无法把它们压制下去。”然而在70年代末80年代初，暗物质像一种天体物理学疾病般蔓延着。暗物质存在于椭圆形星系内以及星系之间的空间内。

在暗物质光圈内的是什么？皮布尔斯对此没做太多的考虑。他认为光圈是由低质量物质块组成，太小而不能像星球一样发光，天文学家有时把它们叫做棕矮星或“蓝球”。他有一次说，“大自然喜欢制造低质量物体。”在太阳系就有一个模式。行星和小行星围绕着太阳旋转，形成一个薄薄的碟状形，其跨度为800亿英里；在碟状形附近距太阳1 000万英里的天文单位有一个彗星残骸的圆壳，名为奥尔特云，研究彗星轨道可以推断出它的存在，奥尔特云充满的大块的冰，它太小、太暗，人们从地球上毫无希望看到它。这是皮布尔斯使用的一种典型策略：立足本职，开发经典物理。更富于冒险精神的人们推测，暗物质可能是黑洞里的云——也许是普通黑洞，也可能是霍金小洞——甚至也可能是大爆炸中释放出的某种奇异的基本粒子。

更有其他人希望暗物质彻底消失。格林斯坦这位帕萨迪那天文台的创始者，在一篇学术论文中毫不客气地说，“我希望丢失的物质不在那里。”

有些天文学家并不责骂抱怨，而是试图想出如何利用暗物质解

决宇宙问题。西蒙·怀特就是最早这样做的一位。怀特是剑桥大学的研究生，他将成为暗物质天体物理学的狂热爱好者。怀特是英格兰康沃尔人，身材细长，金发难以梳理整齐。在里斯的指导下，他完成了星团数字模拟方面的博士论文。他讲话语速很快，才思敏捷，以前是西阿玛的学生。他对暗物质很敏感。1976年他说服里斯帮助他写了一篇论文，论述暗物质在星系形成这一恼人的问题中所起的作用。

据怀特推理，如果宇宙的大部分是由暗物质组成，那么就是暗物质在决定着宇宙结构本质的规模。那么星系和超级星团就是雕刻在暗物质之内。亮物质仅仅是风中的尘埃，乘风漂泊。他和里斯称之为"黑色物体"的暗物质是从原始时期就存在的沉淀物。

从能否在解决宇宙问题上取得进一步发展的观点来看，这种推理似乎并没有给人以大有希望的启示；一切都是由某些人们不了解也看不到的物质完成的。但里斯和怀特认识到，他们不必非要了解"黑色物体"的详细情况——例如它们的本体，也能推断出这些物体整体行为是如何进行的。它们到底是暗星、岩石、黑洞，或是从大爆炸以来一直遗留下来的奇异基本粒子，这些都不重要。从引力方面来看，它们的行为并无区别。

据里斯和怀特推测，宇宙初期，暗物质和亮物质混在一起。一旦宇宙冷却，密度较高的小原始团块开始生成大而散的云。黑色物体从长时间的下落中获得能量，开始在云中嗡嗡旋转，就像原子在气体中旋转的情况一样。这些云成为普通物质的引力陷阱。在进化的这一阶段，普通物质大部分是氢气和氦气，它们和原始的黑色物体相混合，而普通物质仅仅被拖拉着前行。

然而，一旦聚集起一片云后，就像搅乳器一样，普通物质和暗物质就会分离，普通物质不久就成为亮物质，就像一杯没端上来的咖啡一样，由于发热而放出能量，就会逐渐冷却，随着它逐渐冷却，氢和氦原子运动会变慢，下沉到云的中心，于是凝集成星体和星系。经过极长的时间，就有了被黑云包围的亮物质。

皮布尔斯原来的看法是，宇宙的大物体是从下至上、从小到大建成的。里斯和怀特的说明是对皮布尔斯原来看法的隐晦解释。原始的团块越大，内中原子冷却、凝聚和发光所用的时间就越长，球状星团会最先出现，然后是星系。当它们冷却时，暗物质云就会相互吸引，合并形成更大的云，然后依次试图合并成再大的云，它们拖着充满亮光的小核心就像小孩被拉着到祖父家去吃星期天正餐一样。他们预计，随着时间的推移，合并的过程不断重复，规模越来越大。宇宙是一个个团块套着团块组成的，就像威廉·布雷克的跳蚤一样。跳蚤中有小跳蚤，小跳蚤又寄生着更小的跳蚤，无穷无尽。

如果里斯和怀特是正确的，那么天文学家在过去的几世纪中一直是在黑暗中跳舞。可见的宇宙就像山峰上的积雪一样，仅仅是一点点，受到看不见影响力的控制，宇宙、星系、星团和超星团的历史就是人们在黑暗中写出的一个故事。

里斯和怀特在把重要性归于暗物质方面走在西方同事的前面，但谈到暗物质和宇宙的结构，他们却步了俄罗斯直觉主义者泽利多维奇的后尘。在东方，暗物质构成了一个不同的宇宙，一种自上而下的宇宙，它所呈现的面孔是那些古怪的粒子，即中微子的面孔。

当泽利多维奇想出薄饼状结构、自上而下的星系形成方法时，他已经认为宇宙是由普通物质组成的。但在他内心总认为宇宙可能还有更多的东西。例如，根据大爆炸的标准计算，在目前的宇宙中每立方厘米有115个宇宙中微子。根据标准的物理学说法，这些中微子没有质量 ，即没有重量，以光速运行。但这只是一种假设。量子物理学没有足够灵敏的工具测量低于电子的粒子。泽利多维奇明白并没有要求中微子绝对没有质量的法则：事实上，有些新的均衡量子理论提出中微子应该稍有一点点重量。如果它们真的有重量呢?

早在60年代，泽利多维奇已经认识到，他可以把宇宙看成一个天平，在此天平上称出中微子的重量，从而改善在试验室内测出的

中微子的质量。泽利多维奇认识到，如果中微子稍微有一点点质量的话，无数的中微子就会给宇宙增加相当大的重量。中微子的整体引力就会增加宇宙膨胀的拖力。事实上，如果中微子太重，早就使宇宙塌陷了。

泽利多维奇和他的学生格斯坦认为，中微子并没有使宇宙塌陷这一事实，意味着中微子不可能大于大约30电子伏——比一个电子的万分之一还要小一些。

从某种方法来讲，这可能是科学史上最昂贵的倾斜实验。泽利多维奇根据阿波罗宇航员采集的月亮岩石计算宇宙的年龄。美国的全部航天计划都用来测量宇宙中最小的物体。这是一次外层空间和内层空间发生的真正对撞。泽利多维奇的特点是经常出现数学错误，而且他的天文学数据也不比过去的天文学数据更可靠，于是他的试验结果更像是棒球场上传来的估计，而不像是答案。但它仍强似纯物理学得出的结论。

在西方，泽利多维奇的想法被视为一种典型的、凭想像得出的建议，即有错误，同时也没有数据支持他的想法。在东方，“大量的中微子”变成了自然界的一种偶然现象。中微子到底对天体物理学有什么影响呢？泽利多维奇总是送掉他最好的想法。匈牙利布达佩斯伊欧特沃斯大学的一位教授，通过泽利多维奇开始对中微子宇宙产生兴趣。反过来他又有一位聪明的年轻学生，名为桑多尔·亚历山大，即阿历克斯·绍泽伊。1972年，这位教授建议绍洛伊研究大量中微子的含义。

对绍洛伊而言，鼓励他研究大量中微子就如同邀请他加入家庭企业一样。绍洛伊的祖父曾是物理学家，为了保住在高中教学的职位，他放弃了研究工作。他父亲在剑桥大学拉瑟福德实验室研究过核物理，该实验室是培养诺贝尔奖获得者的基地。后来他搬到德布勒森，那是一座树木茂盛的大学城，靠近罗马尼亚边境。他在那里建立了核物理研究所，由妻子担任他的惟一助手，并当选为匈牙利科学院院士。

核物理学在当时是前沿科学。核物理学在追踪中微子。1940年绍洛伊想出探测中微子并确认其存在的办法，但战争把他的实验室变成一堆废墟。由于他单独做研究工作，所以重建工作费时很久。直到1955年他才能够恢复实验，但到那时两个美国人已经探测出从原子反应堆中产生的中微子。

虽然绍洛伊在探测中微子的竞赛中屈居第二，但他拍摄的一张云室内原子轨迹照片却成为经典的中微子图片，在教科书中广为使用。该图片显示一个氦原子划出一个长而缓慢的曲线，当释放出中微子时，它产生反作用，突然改变方向。实际上中微子用肉眼是看不见的。

阿历克斯生于1949年，他和弟弟安德鲁是在研究所院内的一个单元房间长大的。红棕色的金发，平而宽阔的脸，身体单薄，服装朴素，绍洛伊似乎更像西方人而不像东方人。由于父母都是能自己制造工具的物理学家，阿历克斯和弟弟从小到大都能够搞些小发明，尤其能搞些电子配件。阿历克斯在德布勒森大学主修物理学，然后就读于布达佩斯伊欧特沃斯大学研究生院。

布达和佩斯是两座古老的孪生兄弟城，被混浊的多瑙河时而分开时而连成一体。它具有德国城市在战争中失去的历史韵味。这座合二为一的城市还充斥着买通市面聚敛钱财的吉普赛精神。鹅卵石人行道上的卖亮丽的服装的商店打着阿迪达斯的招牌。伊欧特沃斯大学位于布达佩斯市中心，由几座破旧的建筑物构成，校容好像从18世纪以来从无变化。大学里的设备很少。直到1966年年底校园里还没有一台计算机。整个物理系只有一部电话。

绍洛伊对我解释说，在匈牙利，研究经费和设备资金都流入到官方研究机构，就像他父亲管理的那类研究所，这些研究机构和大学分离。他发牢骚说，这样的命令只能培养中等人才，因为它吸引最优秀的人离开大学，使他们和学生没有接触，学生长大后也只能是中等的科学家。当绍洛伊这样的物理学家想要认真计算数据时，只能到布达佩斯郊外的中央研究所去。

伊欧特沃特大学是以尤素福·伊欧特沃斯的名字命名的。他是布达佩斯一个富有大家族的族长，他的铜塑像耸立在河湾处，俯视着多瑙河。尤素福之子，罗兰特·伊欧特沃斯·瓦萨罗斯尼蒙尼罗爵爷在19~20世纪之交搞过一次里程碑式的物理实验。他用了20年的时间测量地心对质量相同、材料不同物体的引力。他得出的结论是引力和物质的组成无关。伊欧特沃斯的实验是广义相对论的一块基石。

伊欧特沃斯的实验设备看上去很像一个失去光泽的铜衣架，现在仍放在物理学系储藏室内，一看到这一设备，绍洛伊被逗得直笑。

当绍洛伊应邀成为中微子宇宙专家时，他还对天体物理学一无所知。他找来皮布尔斯、温伯格和泽利多维奇的著作，出席会议或参加在埃里斯、西西里等地开办的夏季、冬季学习班。授课的教师都是桑德奇或施拉姆这样的有名专家，报酬是让他们享有两周时间打网球或冲浪。在匈牙利西部巴拉顿湖疗养地举办的一次中微子会议上，他遇到了泽利多维奇。匈牙利是泽利多维奇开始搞常规科学后访问的第一个国家，以后他成了匈牙利的常客。

那次会议泽利多维奇给绍洛伊留下的最初记忆是，一天清晨，他走到湖边去游泳，发现湖滨游泳场还没开放，于是他就翻墙而入。当他回来时，游泳场已开放，但警卫非让他再翻过围墙出去。他笑着又翻墙而出。

绍洛伊从重做泽利多维奇做过的中微子计算开始了自己的研究工作。然后他试图计算这些中微子、暗物质对星系形成时的影响，他碰到许多实际上无法解决的公式，却凭直觉解决了它们。

如果给中微子一点点重力，约30电子伏就会使它们成为宇宙中最多的物质。重力也会使其速度低于光速，但绍洛伊认为，减缓的数量微乎其微。原始的中微子几乎以光速飞行，好像宇宙内其他东西都是看不见的。这两种特征相结合，使中微子具有一种光滑的本性，中微子不能聚集形成群体。形成并侥幸生存在宇宙中的团块面积不等，面积上有个缺口。绍洛伊计算了团块面积，结果发现其面

积相当于1 000万亿个太阳，也就是说，其质量与一个大星团相同。这就是在早期膨胀宇宙中从热气凝聚出来的第一批物质的质量，并产生一个泽利多维奇所说的薄饼状结构。

换句话说，一个中微子宇宙会按泽利多维奇的方式自上而下、以分割星团薄饼状结构的方法形成星系。泽利多维奇是否为此激动？我不知道，绍洛伊态度不明朗地解释说。泽利多维奇的风格是取得别人的许多想法，将其交给下属，然后猛烈地批评他们。绍洛伊回忆说，“他认为这是个好主意。”

泽利多维奇做出回应。在他的鼓励下，绍洛伊在以后的几年中一直效力于中微子控制宇宙的研究工作。1975年，泽利多维奇来到布达佩斯，对研究机构进行为期3周的国事访问，此时，两人的关系中发生了一件大事。绍洛伊被指派当泽利多维奇的向导和听差。头一天，泽利多维奇很喜欢这位年轻人，给他留了一道物理学问题，告诉他第二早晨五点半带着答案去找他。绍洛伊没把他的话太当真。到了第二天早晨，泽利多维奇冲着他大声吼叫，骂他是个懒蛋。就这样，他开始对绍洛伊进行再教育。绍洛伊沉思着，叹了口气说，“他似乎能看透你懂多少东西，然后再给你增加20%。”

绍洛伊一直在奋斗，想凭借独立思考和事实重建天体物理学。用他自己的话来说，就是“要从下至上来重建。”泽利多维奇向他提出问题，要求把零碎的知识联系起来，结果绍洛伊开始从较完整的角度观察宇宙学和天体物理学。突然间，零零碎碎的知识都能配合为一体了。“太神奇了，令人感到慰藉，”他回忆着，心中充满感激之情，同时，泽利多维奇和绍洛伊的父亲都是物理学家，又属于同一代人，这种友情把他们联在一起，两人成为亲密的伙伴。

泽利多维奇鼓励自己的新徒弟跟踪中微子薄饼状结构的研究。还邀请绍洛伊去莫斯科和他一道工作。但绍洛伊对中微子已感厌烦，“你知道在当时，总体感觉是中微子的想法很可笑。我讨厌当个怪人，做怪事，所以，我把中微子的事放在了一边。”当绍洛伊不高兴时，他的声音低沉，几乎难以听到。

他申请到美国或西欧做博士后，想以此设法逃避。但他的申请遭到拒绝。很明显，许多科学家同意他的看法，认为中微子是一个可笑的东西。他决定做一名量子物理学家，这种追求持续了两年，直到他认识到他真的对量子物理不感兴趣为止。1977年他去哥萨克参加地下中微子探测器会议。他遇到了泽利多维奇并询问上一次发出的邀请是否仍然算数。

运转不灵、锈蚀得吱吱作响的官僚机构用了一年时间才办好必要的手续 ，让绍洛伊去苏联大学和研究机构工作。他失去了机会，没能参加世界天文协会在塔林举办的大型结构研讨会。在那次会议上，戴维斯向泽利多维奇介绍了天体物理中心的红移观测情况，艾那斯托提出了宇宙的薄饼状结构交织在一起产生一种细胞结构。与此同时，另一种新生事物——摇滚音乐——开始抬头。

匈牙利的经济自由政策允许工人夜间经营自己的企业。对于家俱制造商来说，这意味着夜里可以租用国营工厂生产自己的优质产品；对于绍洛伊兄弟而言，这就意味着可以干软件咨询业务(阿历克斯的弟弟安德鲁此时也获得伊欧特沃斯大学的博士学位)。当地一位摇滚乐崇拜者正在寻找一种新音响。有一天，他和他们联系，于是他们为他制造了一台音响合成设备。这件事又引出了另一件事。绍洛伊兄弟很有音乐天赋。父辈遗留下来的物理学才能像一堆中微子星球一般降在他们头上。他们为自己制造了一台音响合成设备，并和一位搞数学的朋友组建了一支摇滚乐队，名为“潘塔雷”。绍洛伊解释说，这个希腊词出自赫拉克利特的名言，“同一条小河不能趟两遍，同样的错误不能犯两次。”

他解释说，他们的音乐界于约翰·凯奇和埃默森，莱克和帕尔默之间：高科技乐器柔和颤动地鸣唱，低声倾诉。潘塔雷乐队名声大振，匈牙利一家录音公司和他们签约，为他们录制三张唱片。俄罗斯电视台还直播过他们的音乐会。绍洛伊回忆说，当时士兵手持机枪，把舞台团团围住，以防有人受到鼓励，跳上台发表政治声明。他有一次告诉我，他喜欢的电影是《腰椎穿刺》(*This is Spinal Tap*),

那是罗布·赖纳的作品，辛酸地描述了一支二流重金属乐队巡回演出经历的艰辛。他叹了口气说："我过的就是那种生活。"

绍洛伊夜里演奏摇滚乐，白天搞宇宙研究。他用计算机写歌曲，研究宇宙。两者都是一种音乐，通过合成形式的筛选，对原始的和谐、对暗物质的秘密和弦表示敬意，进行追求。他腼腆地承认："也许我把太多精力用于音乐了。"

我问他摇滚乐对他一生的经历有何影响。他回答说："我学会必须表演，永不停息。"

对绍洛伊而言，从事物理学的生活方式和演奏摇滚乐的生活方式差别并不大。它们的共同要素有服装、固定的时间、发型、友情感以及兄弟们知道你演什么、如何演。途中产生的新想法要记下来。你一次次出席会议、研讨会，为自己的晚餐歌唱，以你的观点、以你精于数学的灵巧之手大放光彩。正如惠勒所言，人们根据你有力地表达某种思想的能力来评判你。你整晚乘飞机，和陌生人一起吃你并不熟悉的饭菜，但你实践着同样完整的东西，崇拜着同样的英雄。然后，你和同事们一起即席演奏。

谈话、表演不会是完全相同的。总有新的即兴复段需要尝试，有更紧凑的方法讲述同样的事情，有新比喻，有更简单、更有力的理论，有观察上星期观点的新角度。在得克萨斯或在国际天文协会上的一次杰出表演会改变人的一生经历。你怎能讨好别人，用不诚实的手段制止竞争呢？你怎能放肆地解剖他人的数据分析呢？谁才有最讲究、最有力的方法？在指定表演时间的前一天，你会因害怕而发抖。

同时，绍洛伊也常去莫斯科，去见泽利多维奇。那个跳来跳去的小足球（绍洛伊这样描述他）已蹿升到前苏联科学界的顶峰。他负责物理协会理论分会，任教于莫斯科大学，像前苏联物理界的英雄兰多和利夫基兹一样主持施特恩贝格州星期一早晨专题研究会。他以前的学生遍布在研究所和大学中，而莫斯科的物理研究机构就是由这些研究所和大学组成的。据绍洛伊讲，整整一代天体物理学

家全靠他才有现在的工作，他们和他仍保持着联系。和仿效、依附他的一长串人员相比，绍洛伊不过是个微不足道的角色。他从内部看到了泽利多维奇王国。

绍洛伊每次去莫斯科都呆上一个月，有时和泽利多维奇以及他的第二位夫人经济学家安吉莉卡住在一起(他的第一位夫人也是物理学家，在黑海游泳时死于心脏病发作。他们夫妻有2个孩子，也都是物理学家)。他们的公寓有3间卧房，位于莫斯科著名的列宁山地区，离物理研究所不远。根据绍洛伊回忆，公寓里到处是药丸和杠铃。起居室有块大黑板，泽利多维奇每天5点起床后就打电话。

“我决定一个月也不去莫斯科，”绍洛伊解释说，“我的意思是一个月没有计算机也还可以。你和大家谈谈话。然后，过一段时间——我总是倾向于使用计算机，所以有一个月没用计算机，你能做的工作就会受到限制。”

当然，在莫斯科他们有计算机，但绍洛伊是外国人，接触不到计算机。于是他到泽利多维奇的班上去听课，出席研讨会，消磨时间。一谈起在莫斯科的那些日子，仿佛又使绍洛伊回到了过去：“有时在那些研讨会上，你会以为泽利多维奇要睡着了。他闭着眼睛，几乎要打呼噜，然后他会半睁着眼睛，提出些令发言人感到最难堪的问题。所以，这意味着他没睡觉。他在思考！他提出的问题通常都能正中要害。”

洛伊回忆起那些日子，眼睛变得模糊，声音也低沉下来。泽利多维奇待他像严父一样，“显然他对所有的学生都如此，然而不知什么原因，这么多年来有趣的是，当我在科学方面有所提高之后，他却莫名其妙地改变了自己的风格，改变了提问题的方法，改变了他敦促我做事的方式。他具有一种奇妙的本性，逼迫着人工作。当然也有人无法改变。一旦你成为最优秀的学生，然后更成熟、更独立，不知什么原因，他们却找不到适当的方法和你交流了。”

“他总是想法很多，那些想法总是闪烁着光芒，而且他并不在意，很愿意把最好的想法交给别人，让他们去干细节工作。而且他

总能在一眨眼功夫猜出答案，结果八九不离十。”

当泽利多维奇想讨论敏感问题时，就会提议出去散步，围绕着他居住的街区走一圈。就是在这样的一次散步中，他向绍洛伊承认，他已着手研究一个类似特勒和乌拉姆已经解决的问题——引爆一颗氢弹。绍洛伊回忆说，还有一次，泽利多维奇仅仅从报纸上看到蘑菇云照片，就估计出一次西方核实验的爆炸当量值。

泽利多维奇在奋力进行高保密性研究工作，在那些日子里，不管他可能多么烦躁不安，都能大大方方利用他逐渐积累起来的特权。他的生活情况需要保密，但他显然留下了一件纪念品，那就是一个特殊驾驶证。有一天他和绍洛伊急急忙忙去打网球，为超近路，行驶在单行路上，被警察扣住。泽利多维奇飞快地拿出一张卡片，警察立即满脸堆笑，一摆手将他们放行。绍洛伊把那张卡片叫做“英雄的荣誉证书”。

绍洛伊忘记了在研究大量中微子时他经历过的那些不快而古怪的日子。泽利多维奇个子虽小，但动力十足，在他的敦促下，绍洛伊掌握了系统的薄饼状结构理论——如何由上至下地构建宇宙大规模结构。他分析了对射函数，对宇宙进行了模拟实验，学会了像一位物理学家那样观察宇宙：星系不是光形成的蜘蛛网状结构，而是密度摄动，是在原始浓汁中形成的团块。

大部分研究工作从来都不发表，但他们把自己放在适当的位置上。历史不为他们所知，但站在他们一边。1980年当他们最狂热的梦想成真时，他们已做好了准备。

绍洛伊和泽利多维奇最狂热的梦想是中微子最终会证明具有小而意义重大的质量。如果情况如此，那么他们论述大量中微子影响宇宙的理论研究工作就没有白费力气。

大量中微子能是鲁宾所说的暗物质吗？一系列西方报刊都予以否认；泽利多维奇和绍洛伊已公布中微子的重量不可能超过30个电子伏，否则宇宙早已塌陷。然而，正如理论所预示的那样：以如此微小的质量，中微子运动的速度太快、太滑；不可能塞满适合于围

绕单个星系的小晕圈。

大约在此时，一直研究中微子和大爆炸的施拉姆和斯泰格曼开始行动。施拉姆逐渐相信q0值必须是1.0——只有这样才能艺术性地解决宇宙公式问题。1980年春，古思开始一次次在研讨会会场上出现，寻找工作并兜售暴涨理论。施拉姆是第一批听说过暴胀理论的人，他接受了这一理论。他向古思发出邀请，让他一接到通知马上来参加伦敦举行的皇家协会会议。他认识到暴胀理论的主要部分能很好地应用于宇宙学。作为一种自圆其说的想法，暴涨是任何人都还没得出、但最接近实际情况的理论。

暴涨做出一个令人烦恼的实验预测——宇宙的质量密度等同于临界密度，那么q0值实际上是1.0，因为桑德奇和冈恩做出最大努力对宇宙进行观测，得出结论，q0值似乎小于0.1，然而古思的理论提出了一种真正的丢失物质问题。施拉姆和斯泰格曼认为丢失物质的答案在于大量中微子分散在等同与超级星团大小的星云中。

他们自问，需要多少中微子才能“封闭”宇宙？答案是不用很多。施拉姆和斯泰格曼基本重复着泽利多维奇10年前的推理，只是现在需要考虑中微子有三种——电中微子、中微子和T中微子，其质量各不相同。据说宇宙中平均每立方厘米有115个大爆炸时期的中微子。据计算，一个中微子的平均质量只达到25个电子伏，上下相差1/4(按哈勃逃离比例)就可以封闭宇宙。这一结果和泽利多维奇得出的答案相同，只是他当时并没有使用现代化的研究方法。

那么星系晕圈又是什么呢？在此问题上指导施拉姆和斯泰格曼的是大爆炸生成元素的精密数灵学。亮物质——星系——约占封闭宇宙所需质量总数的1%。晕圈的质量是亮星系的10倍；这就意味着即使鲁宾所说的暗物质q0值仅为0.1——宇宙也包含着某一天使宇宙膨胀停止所需质量的10%。q0值为0.1恰巧和大爆炸核子合成的模式相一致，普通物质，即所谓的重子物质达到临界密度10%的宇宙大火球会产生大约24%的氦、75%的氢、0.01%的氘和1%的其他成分——这和天文学家测得的结果刚好吻合。

换句话说，亮星系及其黑晕圈是由普通物质构成的——昏暗的星球，树枝和石块——这没有违反多氘 、多氦的限制。但如果假想宇宙的其他部分——据认为90%的宇宙不是由星系及其晕圈构成的——也是普通物质，那么氘和氦的计算值就会无可挽救地被推翻。如果如古思理论要求的那样，q0值真的为1.0，那么其余的90%必须是在原始核爆炸火炉内相互不发生反应的某种奇异物质形式。施拉姆和斯泰格曼争辩说，质量很轻的中微子能最完美地担当这一角色。

那么，他们为完美的宇宙列出的成分表就是：1%普通可见物质、9%的普通暗物质和90%的大量中微子。晕圈内的普通暗物质和大量中微子云将星系的超级星团粘合在一起，并使宇宙封闭：这就是完成暴胀情景的成分名单。当施拉姆和斯泰格曼写论文时，这还只是受美感驱使得出的一种假设。“10年前我们所说的一切都千真万确，”施拉姆告诉我。“在暴胀之前，q0值为0.1只有哲学和神学理由，嘿，嘿，嘿。现在你有坚实的理论论据说明，在正常王国之外存在着物质。”

引力基金会每年举办研究最佳论文的竞赛活动，施拉姆和斯泰格曼把论文寄给该基金会，因为这一次的研究工作和宇宙的引力内容有关。论文寄出后，又发生了其他事件，我想把这些大事叫做中微子的春天。

1980年5月两个研究小组从世界的对立两方得出证据——这些证据是经过千辛万苦得来的，而且不充分、易于引起激烈争论——但它毕竟还是证据：证明中微子事实上并不完全是它们看上去那样魔鬼般的粒子。事实上，中微子具有质量。

第一个小组的领导人是前苏联莫斯科理论与实验研究所的物理学家V·A·卢比莫夫。他宣布用氚辐射衰变这一极其精密的实验方法，已经直接测出中微子的质量。卢比莫夫报告说，质量的最佳值在18—45个电子伏——恰好在泽利多维奇标定的范围内。看过数据的某些西方物理学家则指出，这些数据也可以得出中微子无质量的结论。

另一研究小组来自加州大学欧文分院，小组的领导人是弗雷德·莱恩斯，正是他早在1957年发现了中微子。他把一小桶清洁剂放在轮子上，制成一台手提式中微子探测器。他在萨凡纳河核子反应器(他就是用这台反应器发现中微子的)前方，前后移动探测器，他宣称探测出一种称之为中微子振动现象。有某种理论预示中微子的形态不稳定。一个电中微子可以变为一个中微子，一个中微子又可以变为T中微子：中微子是个带有三张面具的小粒子，它不断有规律地发生变化。

他们的主要观点是，除非中微子的各种形态质量不同，否则不会发生中微子振动。这就意味着中微子具有质量——即使莱因斯的实验不能表明中微子的质量到底是多少。

莱恩斯已成为著名的中微子先生。他选择美国物理协会5月份在华盛顿特区召开的一次会议上宣布他的研究结果。他身穿蓝绿色服装，系着窄领带，显得神情紧张，黝黑的肤色似乎从体内褪去。当他开口讲话时，演讲仍显得呆板、生硬，好像找不出宏大而精确的话语来解释他自认为几周前刚了解的情况：数量繁多，行驶在空中那些魔鬼般的中微子具有质量。事实上，是它们主宰着宇宙。

在一次新闻发布会上，大汗淋淋的莱恩斯在黑板上画出一张正变成狗的猫，他想以此设法解释中微子振动的微妙性。然后，他走到与会的2 000名物理学家面前，声音颤抖着说，“如果情况属实，宇宙和我们想的大相径庭。”

同时，卢比莫夫也带着他以前的研究成果出席在布达佩斯召开的一次宇宙光会议。泽利多维奇立刻对这些成果发动攻击。他使用绍洛伊称之为“更专业”的方法，复查了绍洛伊原论文的计算数值，得出相同的结果，以新的大量中微子构成的宇宙会产生薄饼状结构。艾那斯托的研究，戈里高利和汤普森的有限观测，都暗示着星系排列的这种薄饼状结构。泽利多维奇和绍洛伊的幻想成真。

突然间绍洛伊应邀出席各种会议或到暑期班讲课。在埃里斯召开的一次春季宇宙光会议上，他和施拉姆再叙友谊，后者极能识别

天才人物。在即将召开的另一次夏季会议上，他遇到了英国伯克利大学的理论家乔·西尔克。西尔克和施拉姆寄来的信在同一周到达布达佩斯，邀请他去美国。泽利多维奇很快为他写好推荐信。

1980年12月绍洛伊抵达美国，正好来得及参加当年在巴尔的摩举行的得克萨斯研讨会。他应邀就大量中微子的宇宙序列问题做一专题讲座。此时，薄饼状结构成了人们时刻谈论的问题。绍洛伊做了一次演讲，讨论宇宙结构的起源，他把大量中微子描述为滤波器，把小型结构从早期宇宙中过滤出去，只留下大型原始超星云团。

随后这位宇宙学家开始了漫游生活。他从巴尔的摩来到伯克利，住了3个月。一个为期6个月的宇宙实验在圣芭芭拉刚刚结束。那时特纳已留起胡须，住在海边。他劝绍洛伊沿海岸开车旅行。此时已是夏天，特纳、阿历克斯和妻子凯西一同来到阿斯彭。在夏季又一同飞往夏威夷参加一次会议。绍洛伊和凯西在芝加哥住了很久，以此结束了这次漫游旅行。在此期间他和特纳很快成为好朋友。

“我们没有钱，”绍洛伊笑着说，“我们看到了美国的一切腐朽现象。然后，我们来到北美大草原。”

1980年中微子的春天是科学的一次超越时刻，此时形成了一整套新思路。鲁宾5年来一直在大力推广暗物质的必然性。接着，物理学家们突然发现了暗物质。古思则正巡回演讲，宣传暴胀理论，这一理论暗示着宇宙中99%是暗物质。

暴胀提高了暗物质的含金量，把它从一种由观察引发的好奇转变为神圣的、连结天文学和量子物理学的关键。宇宙有暗物质和暴胀，比没有它们更合情合理。宇宙学家最初在思考宇宙，想发现它是否会有终结；但现在他们在思考宇宙，想发现它是否很美丽。

如同盲人在路灯下寻找钥匙一样，宇宙学家们从来就无法选择道理去寻找宇宙，他们只能跟踪光明，但光明却把他们引向黑暗。他们有一种梦想，幻想在星球之间的两边能有什么东西，但加速推进物理学研究的人们至今仍无法发现这些东西是什么。比如，他们尚不了解大群有趣的粒子到底是什么。1980年在物理学和天文学中，

最有趣的粒子莫过于中微子。它是一种真正的粒子，是领先跑在暗物质前面的东西。

暗物质是什么？1980年底，大量中微子的发现如果算不上是好赌注，至少绝不是最坏的赌注。但也存在着其他可能性，其中包括这一发现是个彻头彻尾大错误的可能性。在天文学经历了数千年、物理学经历了数百年之后，宇宙的成分仍是不可知的。这种说法激励着绍洛伊这一代人，也使桑德奇那代人丧失勇气。暗物质本体问题对于弗米兰德这一代人来说，是个比q0和H0，这两个讨厌的数字内容更加丰富的问题。要知道结果,就要等到类似天体物理中心做出的观测努力最后揭示出可见宇宙的踪迹是如何构成一体的。这有可能提供证据，证实是哪些力量使不可见的风景出现在幕后的。暗物质内有物理学，也许最终，在探索的崎岖小路的末端，那两个数字会写在一只黑手上。

18

兹维基的报复

1981年5月，哈佛·史密森天体物理中心的一个侧厅新铺上了灰地毯，在马克·戴维斯办公室外的走廊里，一堆有机玻璃正放在垫座上。这个被灯光照亮的各边均为1米的正六面体，是个小型的宇宙模型。六面体内悬挂在尼龙绳上的2 400个软木球代表着星系——红色球代表椭圆星系，蓝色球代表旋涡星系。六面体中心有颗大白球，标志着我们所在的银河系。旁边有一大群球，像一条鲨鱼追逐着一条小鱼，那是室女座星团。其后，有一片空荡荡的空间，接着是更大一群球体，那是彗发星团。

在这些耐心十足的悬球群中，有可能存在着答案，能解释大团中微子或其他奇异粒子是否是一只看不见的大手，指导着宇宙的组成和结构。这些悬球最能代表两年来通过测量2 400个星系的红移，绘制出我们局部近邻的成果。天体物理中心对红移的首次观测终于完成了。1980年年底将近，戴维斯去西南部滑雪旅行的计划被无情终止了。1 000多份红移测量结果堆积如山，尚未进行分析。莱瑟姆把他从观测台上拉下来，告诉他："你懂科学，该写论文了。"

这些令人生畏的统计、绘图和图解可以解释宇宙的三维排列。当戴维斯开始把这些测量结果汇集在一起时，他暗自思忖，"用这2 400个星系能做什么呢？"他和皮布尔斯最终可以测量三维星系的对射函数了，可以弄明白他们5年前孜孜以求的精心计算是否与此结果想匹配了。通过分析星系及星团之间的相对运动模式还可以确定是否真有超星团，其引力是否像沃库勒尔所称的那样影响着宇宙膨胀的形状。通过了解星团之间相互作用的原动力，能算得所有超

星团的重量及q0的数值。从亮物质的布局，他们还可以寻到暗物质的外形特征。或许以此可以解决自上而下的“薄饼”状结构与自下而上的等级结构两个理论之间的争端。

戴维斯和赫钦拉及助手所做的红移测量工作已经完成，并进行了编排制图。此时，中微子宇宙的研究也提上了日程，成为迫于解决的问题。中微子宇宙是什么样子的呢？绍洛伊和泽利多维奇作了粗略的描述：中微子宇宙像还未装修的房屋墙壁，巨大星系如厚厚的云层一般笼罩着内部的空间。大团块、大空洞及相关物质会以巨大的规模有条不紊地铺展开来，从头至尾达几亿甚至几十亿光年。宇宙中最大的结构也将是最古老的结构，薄片面似的星系相互交叉形成细胞状结构，星系附在细胞壁上，尤其是细胞的边角上，内部则是巨大的空洞。

戴维斯身着毛线衫，皮肤晒得黝黑，看起来很轻松随意。他曾经受过严密的数学训练，而且喜好分析，但他声称最喜欢的还是观看自己的星系。当地一个高中生已经用有机玻璃把戴维斯的模型制成了微型立体景，准备在一个科学展览会上参展。戴维斯希望这个模型能最终进入史密森航空航天博物馆。

“这是世界上比例最大的模型，每一寸相当于1 600万光年。”他一边用铅笔指着上面的标记，一边不无自豪地说着。模型里，宇宙就像被鸡蛋搅拌机搅打过一样，全是气阱，还有成团的星系、链状星系，点点滴滴形成一长串，尽头则是密集的团块、微弱的圆圈及手指状的乱糟糟的东西。那些物质旋转着，凝结着，塑起了一个个泡泡。戴维斯把铅笔插进模型的缝隙里，“这些空洞都是真实存在的。”

他用一个词来描述眼中的宇宙，那就是“泡沫”。

他讲的时候，脸上露出一丝焦虑——并为自己竟会产生焦虑而有点可笑。他说话的声音也更冷淡了，就如临床医生在描述一种奇异的病症，不愿以一个名称就草草打发掉。有人会问戴维斯博士：宇宙中存在暗物质吗？有大量的中微子吗？有薄饼状的结构吗？

在戴维斯看来，宇宙不是这种样子，不是想像中的任何情形。

他又简单说了一下泽利多维奇理论的缺陷和皮布尔斯的宇宙论：“薄饼”理论中所说的“空洞”确实存在，但是戴维斯本人却没看到有什么“薄饼”状结构的东西。根据皮布尔斯的传统理论，星系形成后，又聚集成星团。但戴维斯认为此空洞实在太大了，有的跨度高达一亿光年；而星系移动的太慢，从有时间以来，根本不足以能圈出这么大的空间。“当然了，”他傻笑一下，“我们怎能知道空洞真是空的呢，还是因为暗而看起来是空的？”他接着解释说，里面真有可能充满了暗淡的星系，或是没聚成星体的气体云，或是密集着一些未知的粒子。

他颇为庄重地说：“我不敢断言，哪种理论能经得住时间的考验。”他说话的口气让我想到了哈勃，那是种宇宙学家们在回答一个大问题时所使用的腔调。这样的庄严，就像上帝拍拍翅膀，所有的宇航员都成了查克·耶格尔式的飞行员一样。

“不错，”他又自言自语地说了一句，然后就话锋一转，说道：“得让理论家们养家糊口吧。”不知道他是沾沾自喜还是有些悲哀。

戴维斯的观点就是这样。不过，他说的’泡沫”很明显是观看模型时的感受。天体物理中心调查数据首次公开后，泽利多维奇仔细研究了星系的红移图，图上成块的星系像波的浪头一样占据着大块的空间，还发现有艾那斯托的细胞状结构。他和同伴立即在《自然》杂志上发表了一篇小短文，文中说：根据他们对哈佛数据的分析，90％的星系都以线状和团块形式存在着，所有空间中大约有10%的地方，存在超星团，泽利多维奇说，这是自上而下薄饼结构理论的胜利。

天文界大多数人似乎都同意这一说法，天体物理中心红移研究结果使宇宙看起来更像一张薄饼，而不是自下而上的皮布尔斯模型。当然，研究所用的局部剖析图有点不清，不像艾那斯托细胞状结构那样分明。最说明问题的是其尺度:那些空洞和团块太巨大了——跨度为上亿或几十亿光年。这对大团中微子的存在也有利。对中微子

痴迷的格拉肖不失时机地说:“我们不单单是住在宇宙的某个昏暗角落里，我们使用的物质也是宇宙的次要成分。”

暗物质就是大团中微子的说法又被推进了一步。有群天文学家开始发掘出巨型的宇宙结构，其中最出名的就是牧夫座空洞——一种宇宙反物质结构。这群天文学家有四人，罗伯特·基施纳，奥古斯塔斯。奥姆勒，保罗。舍希特尔和史蒂夫。谢克特曼（谢克特曼还曾以电子方面专长，助过戴维斯一臂之力）。他们来自四个不同的研究所，各自带来了自己的红移研究结果。四人所掌握的技术对天体物理中心研究组的成果正好是个增益。他们并不是只选择某个深度，对整个天空进行观测，而是选择某些区域，进行更加细致的研究。尽可能观察更遥远的星系。并测量他们的红移。就好比地质学家在地球上往下钻井取样，他们只是把“钻头”伸向了天空而已。其中一个观测目标就位于牧夫座内。

1981年，他们宣布已经找到了气阱。牧夫座虽然布满了星系，但根据红移情况，这些星系要么离我们很近，要么就非常遥远。两种大团星系之间有3亿光年[①]的一段跨度，这段空间显然没有星系存在，他们称之为“牧夫座空洞”。其大小是天体物理中心观测空间的三倍。据估算，他们观测的区域其实只有整个天体物理中心观测区域的一半。但牧夫座很大，望远镜的视野根本就覆盖不了整个区域，像基施纳等人所说，他们的观测好比拿着一支铅笔插进西瓜，一毫之差就可能与西瓜籽失之交臂了。

而其他科学家的研究表明，星系云及宇宙大尺度结构甚至比现在所说的还要大，康奈尔大学射电天文学家马撒。海恩斯与丈夫里卡多·焦万内利追踪到了一个星系链，从双鱼座到长蛇——半人马座，跨度达5亿光年。

戴维斯对这些发现有些不屑一顾，他认为牧夫座空洞有些夸大

①本中为了一致起见，如果不加说明，所提的距离都是以哈勃常数为50得出的。如果读者认为沃库勒尔或者别的哈勃常数批评家的观点正确，认为哈勃常数更可能是100，则可以像其他天体物理学家一样，把所有距离减去一半。

了，天体物理中心观测到的空洞几乎也有那么大，而且牧夫座空洞尺度大得不着边际，没有办法衡量类似现象的统计意义。

不过，牧夫座空洞还是掀起了对“中微子薄饼结构”的狂热。因为好像只有大团中微子云，才可能把宇宙分解成如此巨大的结构。现在星系自上而下形成的描述，即泽利多维奇征服了整个宇宙界。

有一段时间，只有皮布尔斯一人对“薄饼状结构”表示憎恨。他回忆说：“我记得自己过去常参加会议，尤其记得得克萨斯研讨会那次，一整天都在讨论星系的形成，晚上的研讨会还是有关星系的形成。在场的只有我一个人怀疑薄饼结构图。”

他不住地问，那张让银河系与其近邻分开的“薄饼”在哪里？为什么银河系还没有穿越室女星座呢？

“至于空洞，”他接着说，“我一贯的看法是，星系要聚集，其内部原来空的地方，当然会留出更大的空间。你把一堆物质放在一起，要用这些物质形成星系，很自然就会出现密度小的区域。红移研究让人惊讶的应该是星系分布上的‘薄片’特征。有时候，看起来确实像片状的星系裹着空洞。这种发现让人震惊，很不可思议。我们根本不能指望从现有的数据资料中找到解释。对射函数也解决不了。所以，当然就有人堂而皇之把它认作是证明‘薄饼图’的法宝了。”

“这样，”他的口气更自信了，还带着一丝狡黠，“仔细看一下‘薄饼图’，你会发现存在很多问题，它们的意思是这些巨大星团是在宇宙早期形成的。如果真是这样，星团形成后会继续吞噬物质，到现在会变得非常巨大而不是我们看到的这个样子了。”皮布尔斯在一篇充满数学数据的论文里，进一步解释出，如果星系真是成形于星团之后，那么它们只能是在距今非常非常短的时候才形成的。然而，超星团看起来却很年轻，因为其外形还未成规则的球状，而是混乱的一堆，似乎还在自我编织的过程之中。而星系却真正看起来很古老了。因为星系里有170亿年高龄的成群球状星体，以及红移为3的闪耀的新生星系。据此还可以推出这些新生星系是在宇宙

生命的前四分之一时间里诞生的。所以，对皮布尔斯来说，仍意味着宇宙是自下而上形成的。

皮布尔斯还坚持认为，所谓的暗物质就是暗星，但是他讲得似乎有些离题了。10年前， 在类星体争论中，历史的车轮从奇普·阿普身上碾过，而今天，历史的车轮又似乎从他身上碾过。毕竟现在风行的是中微子和薄饼状结构。在这种情况下，皮布尔斯真正体会到了奇普的处境。

在皮布尔斯看来，现代的天文学家与粒子物理学家如出一辙，总是拉帮结伙的，今天一窝蜂捧起一个理论，明天又用口水淹死它。“是啊，这难道不是人的天性吗？”他往后一靠，反问道。

“粒子物理也好像在向天文学这一套靠拢，他们的理论都超出了粒子加速器产生的能量了，这对粒子物理来说不是好事。事情到了这种地步，所剩的只是盖然的论点。‘这个解释听起来有道理。’这又怎么样？当然，那些话肯定是要引起争议的。”他笑着道。“肯定会有人提，没有别的可能性吗？人们都喜欢随波逐流，但中间也不乏抗争者，不管这些人多么古怪，或者是为了多大的目的，他们都是在与主流相抗争。所以，任何时候，你都可在天文界听到这样抗争的声音，在疯狂地呐喊着。”

而1981年，物理宇宙学的创建者，皮布尔斯就是这样一位抗争者。

同年5月，在哈佛大学与史密森大学公开了首次红移研究结果的同时，又在剑桥（美国）举办了为期两天的暗物质会议。来自新英格兰的宇宙学者参加了会议。整个会议的格调不太高。这好像在预示着一片暗淡的前景：没有理论行得通。宇宙中，光不能做任何东西的可靠指示物。

我不禁想起了兹维基，想起了当年他受天文界权威迫害时的感受。而50年后，他的猜想成了宇宙学的中心议题，使那些权威们所确定无疑的事化为了乌有。看到这一切，他是否有昭雪平反、重见天日的感觉了？同样的权威们坐在了一起讨论着，说天文学家所看

到的不如他们看不到的重要。目睹这一切，兹维奇是否会觉得很有趣呢？他会不会在剑桥大学一整天的争论结束之后，昂首挺胸地站起来，环顾四周，问：“那么，这难道是什么新东西吗？”

鲁宾坐在那儿，脸上流露出证明自己是正确的神情。“为什么亮度就要是物质存在的前提呢？没有人说一切物质都发光，是我们自己这样设想的。我怀疑，是不是有一些很有意思的事儿在发生着，而我们对此却一无所知呢？”

一无所知——这是鲁宾的一个经典词语。她说话时不像是物理学家，倒像是你的老祖母。会上，她讲述了自己对代号NGC3067星系的研究，通过其背景类星体发出的光，可以描述星系外围光环内气体的运动情况。她宣称NGC3067中，95%的都是暗物质。

第二天早上，吃饭时，我问她，如果星系可见部分那么无关紧要，有形成的必要吗？

“问得好。”她边吃边脱口而出。然后就津津乐道地说，NGC3067数据表明，那些暗淡的光环和不明的物质就是气体。

我提醒她说，气体太多就违反了宇宙中核合成对普通物质数量有限制的原理。

她打了个响指，“我们发现光晕之后，理论会随着改变。”意思是无论有多少普通物质存在，理论家都会千方百计自圆其说的。

“我们对宇宙的了解太少了，”她往下讲着，“我个人认为，宇宙并不是每个地方都均匀一致的。认为宇宙均匀等于认为地球是平的一样。”

这么多年了，宇宙是否均匀一致仍是个大问题。戴维斯认为宇宙是一致的，但是有些批评家却指责说，戴维斯所在的天体物理中心研究观测深度不足以证明宇宙的一致性，这刺痛了戴维斯。不过，他还是完全相信自己的红移研究已取得了足够的例子可以证明星系不规则空洞与超星团之间正趋于平衡。他对统计数据进行了认真的筛选，这又证实了他的看法，因为星系中任何一个方向的平均密度都几乎相同，差值不超过10%。

这一搅拌瑞士乳酪似的解剖实验，虽吸引了众多记者在报纸上大量报道，但这些记者对艾那斯托、戈里高利和汤普森的研究却闻所未闻。戴维斯知道，天体物理中心的研究除此解剖实验外，拿不出什么有趣的东西。中心只有统计数据、对射函数、速度场以及密度值等。这是物理学家应进行的研究范围，是物理宇宙学可以挖掘的富矿。

那么，接下来，戴维斯和其同事要做的，同其他宇宙学家一样，是使用发现的数据来研究那个大问题——桑德奇的问题，去弄清楚q0的值，去重新证明宇宙的命运。

戴维斯他们研究星系所用的技术曾被桑德奇称做“土宇宙学”。早先曾发现银河系及本星系群都在室女超星团的支配范围之内。现在他们利用这一发现来研究宇宙的命运。实际上，这一老办法就是，把跨度1亿光年的一块宇宙放到“天平”上来“称量”。如果宇宙成团成块，有类似超星团的大块物质密集，那么这些块状物应该互相吸引。宇宙物质越密集，块状物体积越庞大，引力就越强，相应地，星系的运动就越影响本来应该是平稳的宇宙膨胀。

1972年的时候，桑德奇已经无法找到证据表明哈勃流动正因所谓的特殊速度而畸变。于是他就得出结论说引力在宇宙中无能为力，宇宙不会因为引力而回缩。但是在70年代后期，阿伦森、莫尔德及赫钦拉却提出了不同的说法。他们认为考虑进宇宙膨胀的因素，本星系群正以每秒350公里的速度向室女座塌陷。换句话说，室女星团远离我们的速度并没有根据哈勃定律算出的那么大，阿伦森推算，在一千亿年之后，银河系会完全陷入到室女星团的中心。

这一结果一公布，立即引起观测宇宙学家的轰动，他们蜂拥转向室女星团。我们是否真的在向它塌陷？有多快？那么q0的值有多大？桑德奇与塔姆曼也加入了室女座的追逐行列中，与他们一道的还有阿莫斯·亚希勒，斯托尼布鲁克的纽约州立大学的理论物理学家。

亚希勒是以色列驻瑞典大使的儿子，曾经直接写信给桑德奇，

对桑德奇“通往哈勃常数的步骤”中的某些统计工作作了评价。也许正因为他直接同桑德奇对话而不是在媒体上吆喝，他们二人才成了朋友。亚希勒加入了桑德奇的小组，重新标测整个室女星团及其周围状况。在亚希勒眼中，桑德奇有魄力，有脾气，粗鲁，固执，但态度中肯。

亚希勒高高的个子，额头高而圆，比较拘谨。在技术处理上颇为严密，而且极喜欢用大长串的积分方程。桑德奇对此终于忍无可忍，他不满地说：“亚希勒一点直觉都没有。”他们本来计划一起完成6份论文的，但是在写完了3份后，桑德奇就把他从小组中除名了。据塔姆曼说，桑德奇把他除名是因为他跟不上速度。不过，二人依旧是好朋友。

这次研究，桑德奇小组发现室女座星团确实对银河系及本星系群的膨胀速度有影响，实际上也就是正拉着银河系向它靠近。在所有研究银河系向室女座星团塌缩的小组中，桑德奇一组所得的速度值最底，约每秒175公里。戴维斯和托恩利经过红移数据的严密筛选，得出了最高的数值，每秒470公里。

戴维斯解释说，之所以会有这么多不同的数值，部分原因是各组研究人员对室女座星团的红移速度看法不一。是使用室女星团中心附近的代号M87巨型星系的红移速度呢，还是星团中心部分星系红移的平均值呢？或者干脆用星团内所有星系的红移平均值？如果采用最后一种，那么怎么确定哪些星系属于该星团，哪些不属于该星团呢？室女星团有1 000个星系还是5 000个星系？这种困惑足以促使桑德奇带着责任感重返望远镜去艰难跋涉10年了。事实上，为了得到室女星团的完整星系表，桑德奇这样做了。

戴维斯指出，有一种模糊的因素，即宇宙质量密度，影响着人们用室女座塌陷速度计算q0的值。因为决定q0值的不仅是银河系向室女座星团塌陷的速度——一般来说，塌陷速度越大，q0也越大，其数值还取决于室女星团的质量密度比外界质量密度大多少。如果说，室女星团有2 000个星系的话，所占的空间跨度为 1 亿光年。那

么其外部同样大空间内的物质数量是不是只有它的1/3？宇宙中平均物质数量是不是也只有它的1/10？或者，由于星团里均匀分布着数量巨大的暗物质，而这2 000个星系只不过占整个星团质量的10％罢了？

戴维斯还是颇感灰心丧气。5年来，他们花费了上百万的美元，使用最先进的，除了不能移动望远镜、不能分析最终结果外无所不能的探测器与计算机，最系统最自动地——也可以说最纯粹最客观地——观测着天空。他们在计算机中储存了跨度3亿光年的2 000个星系的资料，计算机中有巧妙的十进制计算法分析探究这些星系的特征。但是，现在怎么样？他们看到的也只是图片。

当回答真正重要的问题时——比如说q0是多少，宇宙是开放的还是封闭的，宇宙是否具有“薄饼”结构等——他们以上所作的严密工作却好像都无关紧要了。答案似乎又要靠那一老套的传统观念，设想和那种自人类看见火种以来就持有的偏见来寻找了。宇宙是均匀一致的吗？同样的规律适用于一切情形吗？可以用光追踪发现物质的分布吗？

戴维斯对所有问题的回答是肯定的，并让计算机对天体物理中心观测过的宇宙进行计算。他们自己的测算结果是，室女座星团的密度只是宇宙平均密度的2倍，这个倍数是非常低的了。这样一个相对稀疏的团块就可以导致银河系如此高的塌陷速度，那么q0的值应该是0.5了——高得让人难以置信。

在这种状况下，宇宙物质的临界密度一半都是由“暴胀”所致。宇宙必须要保持时空的“扁平”，保持时空膨胀与收缩的平衡。戴维斯的q0值是所有实际测量中得出值最高的。而他测量时所依据的物质对象的体积也应是最大的。但戴维斯并不认为这二者是巧合。所考虑的宇宙板块越大，发现的暗物质似乎也越多。这个论断是6年前奥斯特赖克、皮布尔斯、亚希勒研究的延伸。戴维斯认为，研究的宇宙范围足够大的话，q0可能等于1.0，相应地，宇宙是封闭的。

“注意，整体的趋势是清清楚楚的。”1980年，戴维斯、托恩利、

赫钦拉、莱瑟姆共同在《天体物理学》杂志上发表了一篇文章。

“测量的规模越大，密度的对比越小那么物质与光的比率就越大……那些跨度达一百千秒差距（相当于两万六千光年）之多的体系，其运动受控于暗物质，而暗物质究竟是什么？很明显，暗物质不像那些发光的宇宙成分聚集得那么紧密。如果不可见的物质的质量远远超过了可见星系的质量，那么质量与光的比率理所当然不会是常数。也理所当然存在着不发光的大规模物质体系。”

人们首先想到的是，这些大规模物质体系可能是中微子组成的。戴维斯解释说：“普通物质可以散发能量、发光、消散， 就是这些特性才使之区别于中微子的。”戴维斯论文中的结果尽管很容易使人们想到中微子假设，但是戴维斯留心到皮布尔斯当时的分析，仍旧对此小心翼翼。他认为中微子不太像能组成单个星系的物质。于是，他开始寻找办法再做一次更明确的验证。

正当戴维斯的红移研究搞得如火如荼时，他本人与哈佛内部的关系也下降到了极点。他本来可以提升的。但因他一心投入到红移研究中，几乎没发表什么东西，与院系的权威也极少打交道，所以系里对他几乎没进行任何推荐。对他支持的都是哈佛以外的人，如皮布尔斯、冈恩等。戴维斯既觉得好笑又觉得憎恶。“我非常生气，也许气到极点时会把系主任给杀了！”

戴维斯最后是被提升了，但却不带职位。这让他很痛心，决定到外面另谋他职。听说加州大学伯克利分校有职位空缺，他和另一位年轻的哈佛教授就去申请了。戴维斯在1979年去西部进行观测时就曾到过这所学校。对他来说，伯克利的魅力之一就是那里的理论家和计算机模拟专家西蒙·怀特。西蒙同马丁·里斯曾用计算机模拟过暗物质星系的形成过程。戴维斯同西蒙在一个夏季研讨会上见过面，彼此很喜欢，并认为两人在工作上也能合作得来。用计算机模拟宇宙的办法（很自然，这是皮布尔斯协助发明的另一手段），或许可以扫清人们对中微子宇宙的疑惑。

1980年秋季，戴维斯就曾告诉过哈佛有关方面，说自己有机会

找份新的工作。不幸的是，哈佛方面对他的话并没太认真。菲尔德本人想重新建立天文台，觉得有必要找一个有名气的、像桑德奇或冈恩那样的观测天文学者。而要想在至关重要的学术职位空缺上安排人，传统的做法是邀请哈佛内外界人士组成一个委员会，负责对应选者进行考核，并把应选者的可行职位推荐给正式的院系。菲尔德的委员会一直在招揽人才，但总没什么好运气。哈佛的名气看来不像以前有吸引力了。在观测设备方面有很大欠缺，虽然因其与史密森方面的联系而有那架在聚光能力上在世界排名第二的、颇为创新的多镜面望远镜的使用权，可实际上，这架望远镜的大部分功能尚未受到检验。

维拉·鲁宾也在那张人名稀稀拉拉的高级教授职位应选名单上。那对她来说是一次很不愉快的经历。她先是到了剑桥（美国），同委员会见了面，通过了。然后就被推荐到哈佛，却在那里被否决了。菲尔德本人也觉得十分吃惊。而否决的原因，有人告诉鲁宾（还有我），是因为她是女流之辈。

对这一结果，鲁宾并不太惊奇，她回忆起另外一次对剑桥访问及在麻省理工大学赴宴的情景。吃饭的时候，她与一位麻省教授，即现在的天体物理中心的头头欧文·夏皮罗话旧，回忆他们一起在康奈尔攻读硕士的日子。她当时拼命想记起一个发生在他们周围的重大发现的日子。这时身后突然传来一个声音，她认得，是一个哈佛天文学家，“这就是我为什么不欣赏女天文学家了。她们总是忽视细节。”

菲尔德终于放弃不再从外面招募人才了。于是他又想起了戴维斯，投票将他入选。然而，此时，伯克利已经发来消息给戴维斯提供一个职位，戴维斯就接受了。对菲尔德来说，无疑是雪上加霜。

“给个职位真是好事儿，我可以在伯克利加薪水了。”戴维斯半讽刺半幽默地说，“他们榨我的油水太多了。”

就这样，他们的红移研究小组初见辉煌时就要解散了。戴维斯感觉这个小组也已经不需要他了。他们在下一步的研究上总是达不

成一致。本来决定把研究扩展到原来的 2 400个星系之外，但是具体怎么扩展呢？赫钦拉在第一阶段研究后做了角膜移植，6个月来一直只能呆在办公桌前做数据分析。而戴维斯本人一心想离去。两人都想把研究扩展到更暗的星等、可以观测更遥远的星系。但是，赫钦拉更赞成先从密集的核心入手，然后逐渐往外扩展。戴维斯却想观测整个天空，只是距离伸得远一些，星等更暗一些——比如说，每隔5个星系测量一个星等。戴维斯一直很重视统计数据。现在他要离开了，就意味着他已失去了这场争执。同时，玛格丽特·盖勒在英国剑桥大学呆了两年后已回到了哈佛。盖勒是皮布尔斯带过的研究生，戴维斯也在宇宙学研究班里和他一起教课。现在尽管戴维斯与赫钦拉在其他观测项目上还继续合作，实际上，他已把天体物理中心的红移研究工作丢给赫钦拉和盖勒了。

“我喜欢和西蒙一起工作，想重新回到理论，”戴维斯轻描淡写地说着。“这很有趣，我学到了现代电子学，学会了观测，了解了一点天体物理学。我不愿推迟论文的写作。所以这些东西我学得很快。”他摇了摇头，表示自己还不太知道有关星座的知识。

在加州大学伯克利分校，戴维斯、西蒙及曾跟着西蒙读硕士而现在正攻读博士的卡罗斯·弗兰克，合作得很愉快，他们正开始准备用电脑模拟中微子宇宙的原动力。但是又一次职位风波降临了。西蒙在伯克利的研究职位只是临时的，任期到时，在职位空缺竞聘中，西蒙落选了，受聘的是一位非天文学家。戴维斯惋惜地说：“这是一场大战，但我失败了。”于是80年代中期，西蒙去了亚利桑那大学。他们的研究还在继续，并增加了一名新成员，一个颇有天赋的伯克利研究生，乔治·艾夫斯塔休。此时他们觉得需要更好的计算机代码了。

他们的电脑宇宙模拟同皮布尔斯10年前首次进行的模拟，在原则上没什么差异。但在实际操作中，却复杂得多。因为必须要很好地解释“暴胀”及“暗物质”是怎么回事儿（事实上，在模拟中微子宇宙时，电脑图表中的小点代表的是暗物质，而不是亮物质）。

几个很细微的问题一直纠缠着他们的电脑模拟实验。比如，立体模拟宇宙方块边上的粒子怎么处理？因为实际的宇宙是没有边界的。

模拟中微子宇宙，第一步是给中微子确定质量——比如说，30电子伏特，这样就可以明确在星系形成的关键阶段中微子的移动速度、不稳定性及它们聚成的最小团块的大小。这一切明确后，反过来，又可以确定宇宙在爆炸、膨胀、对称断裂及“煮制”的各个时期，所形成的团块、肿块的光谱。

下一步要做的是，把几千个或几百万个质点——质点数量要看电脑的尺寸及反应速度——散布于设想的一定体积的膨胀宇宙中。散布的模式完全模仿中微子最初结成团块的样子。电脑时刻注意着每个质点的运动及引力，并周期性地拍摄它们演变模式的快照。这些质点在加速的宇宙空间飞速运动，聚集、旋转、结块及撞击，并像流弹一样横冲直撞穿过那些空洞，计算机对此种情况下的对射函数、团块的速度弥散及质点的平均密度都可进行计算。戴维斯手头上也又一批宇宙实际数据可以与电脑得出的数据进行比较。

最早的中微子模拟宇宙是芝加哥大学的艾德里安·梅洛特及得克萨斯德琼·琴特雷拉使用克雷一号，高功率电脑中的卡迪拉克制作出来的。他们把结果转成了富于想像力的图解，图上的星系就如现代印象派画家笔下的犀牛一样，还有孔洞与链条，很像戴维斯在哈佛大规模研究中所得的无规则的“泡泡”。

戴维斯、怀特及弗朗克拥有的就一台瓦克斯计算机，由数字设备公司，这匹科学界的“老马”制作的微型电脑。他们有三万两千个质点，而可比计算就让电脑花了40个小时。他们在不同的条件下，如中子质量不同，膨胀速度不同等等，做了一次又一次模拟。他们必须选择好设想中的宇宙的密度大小。并对每次模拟都进行了两次计算。一次使用低密度宇宙，q0值为0.2，——这是由大部分可靠观测所得的最高值；另一次使用q0为临界值即1.0的宇宙，这是由“暴胀”所引起的宇宙密度。

不久，戴维斯的办公桌上就堆满了中微子宇宙的模拟图。为了

同天体物理中心研究得出的真实宇宙的扇形图一致，他们也使用了扇形图。我们的地球位于一块楔形的顶点，而天空就铺展在底面上。

“我的搭档们认为模拟成功了，”戴维斯无不悲叹地谈论这个模拟中微子宇宙，“但我不这样认为。”那些点的分布，有的稠密，有的成链状，有的地方稀疏，乍一看，似乎很像宇宙红移图中的丝状物和空洞。此外，中微子模拟宇宙的对射函数也与实际宇宙的对射函数一致。但是，戴维斯讲道，还存在一个问题，就是在模拟宇宙中，星系形成的时间没有那么早，速度也没那么快，似乎没有现实中的星系的年代那么古老。

结论是不置可否。他们写了一篇论文，文中说，中微子也许能形成宇宙，也许不能形成。戴维斯称这篇论文很“愚蠢”。

接下来，又有许多人对此进行了计算分析。宇宙研究的阵地从霍普金斯天文台，帕尔洛马的圆顶屋转到了瓦克斯电脑和克雷电脑的内部。情况逐渐明了，中微子不起作用，就如皮布尔斯曾指出的，问题在于中微子宇宙中星系或者那些代表星系的团块是“昨天形成的”，然而，正如皮布尔斯指出的，那些观测来的证据，却表明星系至少是“前天”就形成了。

戴维斯解释说:“在模拟中，我们只见中微子，而不见星系。”模拟的最后阶段，也许会出现可形成星系的质量正好的大团中微子，但是这些大团中微子形成的亮星系，却不会有天文学家们60年来一直研究的星系的特性——即拥有150亿年之久的恒星，拥有在一代代超新星爆炸中重元素逐渐丰富的星系尘埃，星系形成的模拟速度也可以提高，只要把q0的值从0.2升到1.0，增加宇宙的密度就行了——因为宇宙密度越大，演化越快。但是，这种情况下，中微子聚集就太高效了。这种宇宙的扇形图里，一群群的物质彻头彻尾地聚在一起，最终形成紧紧的结块；星系都成空洞了。空洞比实际更大了，更“空”了。如果拼凑出一个这样的图片，图片会非常难看。看来，中微子宇宙不现实。

1982年得克萨斯座谈会上，皮布尔斯孤身坚持自己的观点。实

际上，那时，对中微子很乐观的“欣快症”已经在垂死挣扎了。由苏联人及莱因斯发起的证明大团中微子存在的实验都因证据不足到此为止失败了。西方物理学家认为俄国的实验精确度不够，退一步说，没有任何实验可以精确到测量20到30电子伏特这么小的质量的。

对天文学家来说，最后一大打击来自于叫天龙座的矮星系。该星系位于同名星座中，其恒星杂乱不清地堆积在一起。天龙座是银河系6个矮小卫星系之一，亮度不及银河系的千分之一，在25万光年之外，绕着银河系旋转，对宇宙学家来说，天龙座不像是什么大角色。

实际上这些灰白色的云状星系是很出色的“星球实验室”。阿伦森和莫尔德曾经用它作一个窗口，进而研究另外一个星系的演化。阿伦森很有解决麻烦和潜在问题的天赋，他以跟戴维斯同样的原理使用多镜面望远镜和光子计数摄谱仪取得了天龙及其他矮小星系中碳星的光谱。那些碳星如此暗淡，他甚至能看到光子在他的摄谱仪上简直是一个一个集结起来的。“我稳坐着等待光子到来。”阿伦森说。

做完这一切，他发现天龙座的恒星运动得太快了——就像后发座中的星系运行得太快，或旋涡星系的外层恒星旋转得太快一样。暗物质对天龙这么矮小的星系也没放过，天龙也有暗物质光环。阿伦森推断说，天龙座就像带着隐形枷锁的马利鬼魂一样，被什么东西拖累着，缓慢地绕着银河系移动。什么东西呢？

不是中微子，因为中微子有不易“包装”的特征。任何具有较实际一些质量的中微子都很明显地是运动得太快了，太不稳定了。以天体物理学家的行话来说，就是太“热”了，不可能挤在一起绕着像天龙座这样没有引力的矮小星系来旋转。

大团中微子及与其相关的“薄饼”说的评论家争辩说，如果阿伦森是正确的，那么暗物质也不是中微子组成的了。

此时，读者也许倍感困惑，回忆前一章，施拉姆和斯泰格曼提出暗物质就是可以使宇宙封闭的中微子，同时又说暗星系的光晕未

必是中微子物质组成的，因为宇宙中有足够的普通物质可以组成星系光晕。

实际上，宇宙学中的困惑疑问不只局限在比较枝节的问题上。天文学家或物理学家们常常是搞不懂他们同事间在互相说什么①。

很少有人自称或被别人誉为掌握了“暴胀”、核合成或暗物质等理论的方方面面。不过，鼓吹中微子理论的施拉姆却自称自己知道全部细节。他对中微子感兴趣，因为中微子可以使宇宙封闭，可以使q0成为完美的1.0 。那是“暴胀”所需的答案。如果你懂大统一理论和“暴胀”论，就会意识到，q0值必须为1.0。一个真正的物理学家只能这样思考，这是一个范例，而宇宙学家的工作就是让观测结果与物理学家的数字一致。

有一次，在办公室外，我和施拉姆还有他的一个女研究生谈着话，这位年轻的女学生正在作数字模拟宇宙。施拉姆说她做的不错，但又问，为什么有几轮模拟中让q0等于0.2?

女学生的回答是，戴维斯和怀特是那样做的。

施拉姆就让她把q0为0.2的几轮模拟扔掉。“你的思维不像是物理学家，倒像是天文学家了。”他有些轻蔑地说道，“西蒙·怀特对‘暴胀’本来就是一无所知。”

这些学科领域已经陷入绝境，对于中微子——或其他任何东西——是不是暗物质成分，已经无可置否了。宇宙学家们多年来一直搜集资料，进行定量测量，但终挡不住宇宙学江河日下，遭受指责的命运。在许多宇宙学家看来，中微子不能形成星系这一结果会把他们自己变得像暗物质一样，失去往日光彩。

---

①“使宇宙封闭”这个词就是很好的例子。根据广义相对论的方程式、封闭的宇宙最终会塌陷，而且q0的值在1.0之上，q0小于1.0的开放性宇宙是会永远膨胀下去的，如果说q0为1.0，宇宙密度正好为临界密度，宇宙在两种可能性之间处于平衡状态；星系的能量只可供其运行到无穷—如果宇宙更倾向于“开放”的话。宇宙虽然会一直持续下去，但不会多持续哪怕一天的时间，然而到了70年代、有些天体物理学家把q0为1.0的宇宙也称为“封闭性”宇宙。也许这是个人感情所使，他们才将宇宙放回数学的天平上，使之“封闭”，也许对于如此完美而脆弱的平衡，只有希望宇宙有一天会缩在一起的那种心愿才有足够的引力使平衡的天平发生倾斜。

施拉姆认为中微子为宇宙主要成分的热情仍未减，而他的同事们却恰恰相反。许多天文学者憎恶对暗物质做出两种解释。尽管一种解释说暗物质由普通物质组成的，他们仍然认为有两种说法是不适当的。哲学上有叫做极度节俭法则，或是奥康姆的剃刀。大意是，从简的回答是最好的回答。迈克尔·特纳对这一法则有自己的看法，像施拉姆在自己文章里引用的那样"援引特纳的原则就是，你不能向'小牙仙'（据说会在儿童掉落在枕边的幼齿旁放上钱财的仙女）祈祷两次。"

实际上，物理宇宙学的混乱刚刚开始，中微子不是小牙仙，那什么会是呢?

19

星占学家的诅咒

中微子设想的失败，似乎让宇宙学家的想像力挣脱了羁绊，更加自由了。他们被神秘莫测的粒子，暗物质所吸引着，那些东西能让宇宙更完美，更合理。他们勇敢地往前迈了第一步，却失败了。但是接下来他们不能退却，只有大胆地朝前走了，去证实暗物质是否含有其他粒子，也许这样的粒子根本不存在，但也不放弃可能性。这一次，皮布尔斯又走在了前头。

皮布尔斯一直认为大团中微子不大可能形成星系。于是，他开始设想有没有其他形式的暗物质，“我并不是粒子物理学家。但我知道，他们会想出各种各样古怪的粒子。这些粒子有合适的性质，常常可以不计压力，像尘埃一样运动。他们很快又会设想出，不同级别的相互间有微弱作用的粒子来。第一种我们所知道的大质量粒子是中微子，人们意识到，或许有其他质量等级的粒子存在呢。”

“在此之前，对于粒子物理研究对我没有任何想法，”他继续说着，“如果我们认为粒子有用，理论家就会设想出一些来，那想得也太简单了。我并没有期待他们会拿出这么多粒子来。”

但是他们拿出的确实不少。“我们搞理论的，”在剑桥举行的暗物质会议上，格拉肖说道，“能造出各种各样的垃圾填充宇宙。”随着风靡物理学界的“大统一理论”，尤其是“超对称”和“超引力”理论的蜂拥出现，许多新的粒子，也被作为暗物质假想了出来。“超对称”和“超引力”理论假定费密子（组成物质的粒子）和玻色子（可以传送力的粒子）相互间可以替换，也就是说，每

个已知的粒子，都有一个未知的超对称的“孪生兄弟”——每个费密子都有一个对称的玻色子，反之亦然。不过迄今为止，像这种超粒子还未发现存在。看来，有丰富的矿藏，供实验粒子物理学家们去尽情挖掘了。宇宙学家们也有更大的自由去发挥想像力了。

同中微子一样，这些“超对称”粒子应该在“大爆炸”中产生，而且它们只具有引力和弱力。比如说，光微子、胶微子或超夸克，用厄普代克的话说，这些粒子“如高高的闸刀一样会不断地刺向我们，我们却感不到痛苦。”

然而，同中微子不一样的是，超对称粒子可能有很大的质量，同电子或质子一样重，甚至还要重，不过，这些粒子的具体质量还没确定。研究者认为未能确定质量的一个原因可能是，它们的质量超出了现存粒子加速器的能量范围。粒子质量越大，产生所需要的能量也就越多（另外一方面原因，超对称理论本身可能是错误的。不过这种原因没什么意义）。

皮布尔斯清楚意识到，这些粒子如果真是暗物质，具有很大质量，它们对星系的形成会至关重要。中微子之所以不能形成星系，就是因为质量太小了——最多也就几十电子伏特。质量一小，运动就快，不能紧紧聚在一起形成星系。用天体物理学家的行话说就是，中微子太“热”了。相比之下，超对称粒子，例如光微子，其质量是中微子的一千至一百万倍，从“大爆炸”中产生后，运动得很慢，比较“冷”，可以像雪花一样粘结在一起。这样，充满这种粒子的宇宙就会起涟漪，出现斑纹、小旋涡，并且规模越来越大，星系的形成就是很自然的事情了。

于是，在1982年夏季研讨会上，皮布尔斯第一次就什么是“冷”暗物质极其神奇特性发表谈话。不过，他不是第一个认识到这些粒子在宇宙学方面的巨大潜力的。在天文界，有这样一种三面而来的“交通堵塞”现象。同斯坦福大学有关联的三位物理学家，乔尔·

普里马克、海因茨·帕格尔斯[1]及乔治·布卢门撒尔，写文章说，宇宙是基于一种设想中的叫引力微子的超对称粒子。预计，这种粒子质量大约有一千电子伏特。它比中微子质量大，所以运动得也慢——它不是很“热”，而是接近于“温”——而且更容易集结在一起。受此启发，特纳、绍洛伊及斯坦福大学年轻的加拿大籍理论家，迪克·邦德3人也合写了一篇文章，对一系列从轻到重，从“热”到“温”到“冷”的粒子的集结性能进行了比较。

这3篇早期的论文里，皮布尔斯的对“冷”暗物质抱的热情最大。这些新的聚集性能非常好的粒子形成球状星团这样最小的宇宙结构，然后受其大质量的暗光晕牵引，聚集成越来越大的宇宙单位。皮布尔斯重新拾起了他的等级聚集理论，即宇宙自下而上形成，只不过用了一种更吸引人的粒子物理学测量理论的语言。

他对用这种“灵丹妙药”来解释宇宙的兴奋溢于言表，又像回到了以前对初始球状星团的研究上。“这一次重要的仍旧是，在各种不同条件下的气体云的形成过程。不同的是，这些气体的周围，会有一圈暗物质光圈。”皮布尔斯解释说。“所以，我就想到写一篇文章，谈谈有暗物质光圈的球状星团。我想，这又可能让我的一些朋友颇为烦心了。确实，对他们来说，在任何成堆的物质周围，都想找到光圈太不可能了。在球状星团周围找光圈也是很古怪的事儿。实际上，我手头的证据远远不够。但是要说这些星团周围没有光圈也是很难的。”

矮小星系体积与质量不比球状星团大多少。阿伦森就恰恰找到证据说明，天龙座矮星系只比看起来重10倍。那么矮星系会不会有光圈呢？皮布尔斯等人的主张在原理上与1976年里斯和怀特的暗物质方案并无大差别。里斯和怀特的方案里，所谓的暗物质云就像一个引力陷阱一样吸引并吞噬着普通物质。

①帕格尔斯是洛克菲勒大学教授，也是一个天才的物理学普及者。他写过一本书叫《宇宙模式、完美对称及理性之梦》。1988年，他在阿斯彭附近登山时不慎滑落身亡。有意思的是，他本人就曾写过东西谈到一个人登山身亡的可能，并设想自己滑落了，而依旧镇定自如，因为他知道即便自己不在了，生命也会永远延续下去。

不妨回忆一下，该方案的关键就是，暗物体如质点一样没有任何特性。不管暗物体究竟是什么，黑洞也好，岩石也好，古怪的粒子也好，只要比中微子质量更大、速度更慢就行了。这就意味着，天文学家可以去推算出它们对宇宙的影响，而不必等待物理学家去发现它们。事实上，如果宇宙学家聪明的话，可以自己先发现这些粒子。到加州大学圣克鲁斯分校进行暗物质宇宙学研究的普里马克说："物理学家们虚造的那些东西，是真是假都没太大关系。"

宇宙学家们给这些奇异粒子起了很多名字：暗子、暗微子、冷暗物质、没找到的物质、宇宙微子 。特纳起的比较让人接受：弱子，专门指相互作用微弱的大质量的粒子。

1984年到1985年，弱子一度好像不仅仅是虚构中的了。一直使用欧洲核子研究组织的巨型粒子碰撞机工作的鲁比亚是个干劲十足的意大利物理学家，他们有157名成员的研究组曾发现了W-玻色子和 Z-玻色子，不仅将诺贝尔奖稳稳在握，而且使弱电统一理论确定无疑。这一次，有消息传来说，鲁比亚又发现了一种新的粒子。他的发现只是一种统计上的侥幸而已。但是一年来，很多物理学家和宇宙学家都热切认为，这种新粒子可能就是他们寻求已久的超对称粒子(普遍认为是光微子)。 "如果我们发现了光微子的话，"西尔克满怀希望地说，"我们就会发现整个宇宙的秘密了。"

1984年夏季,在圣芭芭拉的理论物理研究所，举行了一次关于星系形成的座谈会，吸引了一大批冷暗物质的热衷者，有戴维斯、怀特、邦德、绍洛伊、特纳、皮布尔斯。还有从英国剑桥大学来的一个代表团。这些人都是成组成组并一心一意地试着用流行的新粒子来解决星系及宇宙其他结构的形成问题。研讨会的日程安排，从某种意义上说是根据普里马克称之为"冷暗物质宣言"的文献而定的。文献写于一年前,四个天体物理学家在文献中宣称，他们终于能够从本原上搞清星系的存在与特性，及冷暗物质的真面目了——这是新的宇宙学的胜利。

这篇"宣言"的两位主要作者，就是来自加州大学圣克鲁斯分

校的物理学家普里马克和布卢门撒尔。大学校园坐落在一座小山的红杉林里，俯瞰太平洋，看起来更像一个国家公园。来这儿的人也许会期待着看到树林管理员或童子军什么的，不过，这里有的却是一群群学生和教师，他们穿着反主流文化服装，蜂拥从树林环绕的教学楼里走出来。工商管理硕士专业不是这座校园的特色专业，在这里，你可以获得意识流历史的博士学位。几年前，学生们曾力争选取“香蕉鼻涕虫”作为学校吉祥物。

校园建于60年代，加州大学的利克天文台总部一直设立于此。天文台位于圣何塞外面的哈密尔顿山上，拥有120英寸口径天文望远镜等许多设备。利克一直致力于星系研究的最前沿，正是利克帮助哈勃和赫马森编辑整理过红移结果。皮布尔斯也在这儿分析过巨大的沙恩—沃塔内恩星系的计数值。

“宣言”的另一作者是桑德拉·费伯，她一直是鲁宾的朋友，暗物质研究的带头人，并是一个王牌观测宇宙学家。整天被一群暗物质热衷者及理论家众星捧月似地围着。

在一个温和、潮湿的冬日里，我驱车从圣弗朗西斯科赶到了圣克鲁斯，去听取普里马克和布卢门撒尔讲解星系的起源问题。这种天气也许颇受“香蕉鼻涕虫”的青睐。海岸周围雾蒙蒙的，大滴大滴的雨点砰砰地从红杉的树叶华盖上落下来。布卢门撒尔正在办公室等着我。他黄色的头发，稍带红，一脸胡须，又瘦又高，一副数学家特有的昏昏欲睡的样子，他原来就是搞数学的。下身穿着灯心绒裤子，也许一生中就偏好这种衣服。我一到，他就讲述起他是怎样和普里马克一起，一丝不苟地研究星系的形成。

一开始，他就带着一种教授风度在一大块黑板前踱来踱去。我的目光很快就集中到那张黑板上了。“我们有了暗物质的证据。近几年来，证据越来越充分。如果这种奇怪的冷暗物质不存在，标准的‘大爆炸’宇宙论在星系形成上就行不通。”他回顾了一下皮布尔斯的星系形成理论。皮布尔斯理论中，普通的小片物质——大部分是氢气云——聚集到一起，随着宇宙的膨胀形成越来越大的团块。

布卢门撒尔解释说，这样的宇宙中，从只有几个“太阳”大小到相当于几万亿个太阳的各种体积团块，会最终聚结到一起。任何真正的天文学家都会清楚这是错误的。因为星系，星团或其他宇宙结构的质量和大小，似乎只处于某个范围内。比如说，正常星系的质量应该是太阳质量的10^{10}到10^{12}之间。球状星团和矮星系一般是10^{5}个太阳质量，而且决不会超过10^{16}太阳质量。换句话说，从宇宙进化的结果可以看出，大自然似乎更恩宠某些“神奇”的数字。究竟是什么原因，普里马克、布卢门撒尔及后人还需要继续探究。

据他们推断，这应该与某些具体力学原因以及亮物质和暗物质的相互作用有关。接下来第一件事就是，确定亮物质和暗物质在宇宙中的比例。

据布卢门撒尔说，为了重新计算各种星系及星团的质光比率①，圣克鲁斯的联合研究组对星系旋转曲线、星团红移、本星系群向室女座塌陷等与没找到的物质和暗物质有关的资料进行了回顾并重新分析。这次分析，不仅用星的光度来表示亮物质，还用了尘埃云的热红外线，星系际尘埃中热气体云的X射线等辐射线。得出的答案与戴维斯和托尼的不同，质光比率并不随宇宙结构尺度的增大而增大。

于是，他们推断，各种尺度结构中，无论是银河系的本星道还是最密的星团，只要能得出可靠的资料，其暗物质与亮物质的比率都是相同的，大约10比1。如果暗物质真是“奇异”的基本粒子，即弱子，那么10个该粒子对应一个普通玻色子的这个比率，将会是一个永恒的常数，是宇宙“大爆炸”的产物。“粒子物理学就是，对此比率做出明确的解释。”布卢门撒尔骄傲地说。

这时，突然有人闯进屋，是普里马克。刚才的个别补课指导现在一下子变成了立体声的物理知识广播了。普里马克很明显是这场理论宣讲的中坚分子。他体格健壮，约有6英尺高，脸上没胡子，

①质光比率就是以太阳质量为单位的物体的质量与以太阳亮度为单位的该物体的亮度的比。规定太阳的质光比率为1.0，银河系的比率约为50。

浓密的褐色头发。一谈起物理，他就像一只养得很肥的小猫那样笑起来。腮帮鼓鼓的，眼睛在“玻璃片”后眯起来，闪着光芒。他说话时，很自信。就像一个知道自己是班里最聪明的小学生那样——实际上，他就是最聪明的。

普里马克是理论粒子物理学家，但对政治也有强烈的喜好。他曾在华盛顿用了一年功夫为美国科学发展协会编制了一份上交给国会的科学研究人员计划。在此期间，他遇到了南希·艾布拉姆斯，后来，两人结了婚。南希既是“卡芭莱”歌手，又是律师，很擅长科学问题上的调停。从普里马克身上我看到一丝施拉姆的影子。普里马克除了自信外还透出雄心勃勃的样子。1966年从普林斯顿毕业时，他作为学生代表在毕业典礼上发言。后来在硕果累累的斯坦福直线加速中心获得物理学博士学位，在哈佛当了一段年轻的研究员之后，就到了多雾的圣克鲁斯。在这里，他率领一个小组用宇宙论研究粒子物理——或者是用粒子物理研究宇宙论？他也相信了上帝的“粒子加速器”——“大爆炸”。

普里马克和布卢门撒尔两人在我面前谈论着，只要我脸上出现迷惑不解的神情，他们就会打断对方的话——“主要说的实际就是……”或“他想说的是……”他们一边这样断续说着，我一边用力理解这个现代版本的神话故事：极其细微的量子波动，竟会慢慢变成气派恢宏的大星系。

如布卢门撒尔指出的那样，这个神话故事的第一要素就是给物质宇宙确定一个可信的比例：10%的普通物质，90%的弱子或者其他形式的冷暗物质。

而故事的下一章就是讲述这份10比90的“清汤”怎样在“大爆炸”后快速膨胀的“热”空间里“泼溅”开来的。几年前，皮布尔斯等人就曾猜想，宇宙中物质与能量的分布比率不可能完全一致，否则就不会有今天的星系了。在早期宇宙中，一定有某种很小的——微型的——团块。80年代关于暗物质的“暴胀”理论与70年代里斯—怀特理论的不同就在于，他们对这种团块的性质和起源有不

同的设想。“暴胀”论认为宇宙膨胀最早期有一种神秘的希格斯场，那些团块来自于场中的还未确定的某种量子。在“暴胀”末期，希格斯场衰变成了普通物质及各种辐射。而量子波动就呈现为宇宙中的微型团块——热点或者密度差异。

不管利用多大尺度的宇宙检测这些团块，这些团块的区别性特征是不会改变的。也就是说，宇宙早期的天体图中，不论其范围有多大，所显现的特征都是一样的：在高密度的区域内分布着更高密度的区域，然后是密度还要高的区域；而低密度的区域内则分布着更低密度的区域，然后是更为低密度的区域，依此类推下去。这些团块顶端又是团块，层层叠叠。[①]

但是那些团块中的物质非常细密。宇宙微波辐射背景明显是一致的。这就表明宇宙达到几万年的时候，最密的部分的密度，比最稀疏部分的密度，也只是高出一万分之一而已。听到这些，我不禁想起人们说的地球比一个台球还光滑——这对在喜玛拉雅上跋涉的人，可谓是一个小小安慰了吧。如此细致的差别却产生了青藏高原，产生了星系，甚至产生了整个室女座星云等对人类来说如此辉煌巨大的杰作。我怀疑，20年代最大胆的量子理论家是否会想像到这一切。但是现在，普里马克和布卢门撒尔给我讲的正是这些。

他们两个解释说，那些团块的命运一直受到两种力的支配，外界的力倾向使它膨胀扩散，而它本身的引力却使之靠拢。最初阶段的“暴胀”将之猛然拉开，“大爆炸”中产生的辐射，一直保持它扩散。慢慢地，引力取得了一定“权力”，团块密度变得越来越大时，就越抗拒膨胀。最后，这些团块有了回旋的时间，停止了扩散，开始聚集了。

布卢门撒尔和普里马克掌握了足够多的关于量子波动的材料，所以对由量子波动产生的整个团块群的历史都一清二楚，对产生宇

①这种与尺度无关的现代数学方法称为不规则结构。梅茵的海岸线就是个例子。无论是从月球上观测，还是坐飞机在上空观测，或者你在某个小海湾里从一块岩石跳到另一块岩石，其参差不齐的程度却是一样的。IBM 的数学家伯努瓦·曼德尔布罗特开创了这种数学方法，并把它广泛运用到物理学领域。

宙可见结构的明暗物质也能讲得头头是道。他们还在继续着“故事”。

与中微子不同，冷暗物质可以被引力控制，在引力作用下更容易压缩在一起。但是引力并不能把冷暗物质完全冷却。到一定限度时，冷暗物质就不再聚缩。实际上，暗物质粒子一直是由“大爆炸”产生的能量支撑着，不至都结到一块去。而普通物质情况就不同了。它们能释放自身的能量。所以当一滴“清汤”开始浓缩时，普通物质会慢慢冷却，比暗物质更快地滴入到“清汤”的中心。

这些物质云回缩的结果取决于暗物质是否能比普通物质更快地聚结，然后在中心冷却停留。这还要取决于物质云的质量。小的物质云会很快地回缩，暗物质与亮物质没有分开的时间，回缩后又会陷入更大体积的物质云中。另一种情况，如果物质云质量巨大，那么回缩的速度就慢，普通物质即亮物质会冷却聚到中心附近——就像大型鸡尾酒宴会中，四人一群聊天的情况一样——然后就形成恒星，发出亮光。这也可以解释为什么质量达10^{15}太阳的物质云会形成上千个闪亮独立的星系——整体来说，形成一个星系群——而不是一个巨大的超星系。

普里马克和布卢门撒尔用“冷却”和“结块”交叉“射击”的办法，验证了他们的带有团块的膨胀宇宙，并证实成批形成亮物质的团块即星系群，质量在10^8到10^{12}个太阳质量之间。在他们绘的冷却曲线的内侧标注着星系——那张图密密麻麻，起码得费一个早上才能看懂。那么宇宙进入这个时代，星系像冰山一样，90%是看不到的，10%的光明被黑暗包围着。布卢门撒尔指着那张图自豪地说：“星系的质量范围太占地方了，我们没有标到图上。”经过更深一步的探测与计算，他们发现利用数学得出的冷暗物质特征，与实际好像很符合。在背景密度越高的区域，结合起来的团块密度好像越高——这就是在更大体积团块上的团块——就好比高原上高山林立。这种情况下产生的星系紧密、光滑、非常明亮并且没有旋涡。没有旋涡的原因很明了：因为物质拥挤，回缩的暗物质云不断互相摩擦。想一下坐电梯的情景，人多的时候，根本就转不动身。其实，这种

情况就是椭圆星系。早在哈勃时代，天文学家就知道，这种星系存在于大星系群的核心部位。

而密度稍次的那部分团块，铺展得更广，就好比高原上的丘陵地带，或是高原旁侧的小山峰。根据计算，这些团块具有旋涡，这些就像旋涡星系一般完整。这些团块的位置，与实际中旋涡星系的位置也是一样的：在星系群的外侧。

他们两个都记得，1983年秋季揭开这一发现时情绪整整高涨了一周。普里马克欢快地说："我称这是理论上的根本胜利，是理论天体物理学及暗物质探寻上的伟大胜利。"他们继续解释说，星系看起来就是暗物质的遗传产物。利用暗物质不仅能解释星系的起源、演变，甚至还能解释巨大星系群为什么有今天的外形特征。即使的确存在问题，普里马克说道，他的热情稍减，就出现在他们想用暗物质解释更大尺度宇宙结构的时候。

按照冷暗物质理论，超星团根本就不会存在。超星团的形成，就像原始部落合并一起，成为结构严密的国家一样，各个星团集结一起，但宇宙开始到现在根本就不会有足够的时间来形成超星团。与此相反，巨大的空洞，也同样形成不了。然而，观测者们总像狗仔一样，叼着半死的蛇，跑到理论家后门，常常把一些像超星团之类的东西交给理论家们。康奈尔大学的射电天文学家找到了什么长度达5亿光年的、双鱼-英仙座链状排列的一群星系，更让人烦恼的是那个牧夫座空洞之类的东西。人们对此知道很少，而其本身又是"空"的。真的有这些东西吗？是普遍存在的吗？或者只不过是由统计学而产生的古怪玩意儿呢？

普里马克说："我们的扇形图中，整个太空，甚至'空洞'中都有星系的形成。星系不应该特别难找。我们敢说，'空洞'也有星系。"

此时，布卢门撒尔办公室的那块黑板，已经写得密密麻麻，辨认不清了。后来，我们躲避着稀稀拉拉的雨滴，一路拖着步子去自助食堂吃了顿墨西哥午餐。

海湾另一端的伯克利，暖暖的阳光普照着校园。戴维斯的办公室里到处都是模拟宇宙的印出图纸，成团的小点，旋涡状的点。戴维斯有些愁眉苦脸，就像一个裁缝碰到一只腿长一只腿短的顾客一样无奈。堆放的q0值高低不等时的中微子宇宙图上，净是些紧紧的结团，还有纯粹的空洞；而在冷暗物质宇宙模拟图上，各个小点像从霰弹枪里喷射出来的一样，散漫地分布着。

在掌握了中微子宇宙的模拟技术后，戴维斯及其同伴，很快把此技术用在冷暗物质宇宙的模拟上。原理是一样的：把32 000个想像的质点，随机分布于代表宇宙的立体空间，及模拟的宇宙时间里，然后看一下这些质点自身怎样布局。这一次，仍设定宇宙为高密度（q0为1.0）及低密度（q0为0.2）两种情况。但这一次最初的模拟体现的是冷暗物质在超小尺度上的凝结力。

模拟结果喜忧参半。喜的是，冷暗物质也能产生那种泡沫状，及线状的星系分布。这与泽利多维奇在“薄饼”理论中所推断的一样。也正是探测者们所发现的结果。忧的是，在戴维斯这位定量物理学家眼中，这些图没一个真正像观测者所得的宇宙。戴维斯抱怨说：“那些观测者们，总喜欢指向更大尺度的丝状星系。这一领域缺乏较好的量化，我们需要数据，而不是用手指头去指那些细丝状结构。”

他还说，就是数据，使冷暗物质也行不通的。虽然在凝结时的某一时刻，模拟宇宙与真实宇宙看起来是一样的，但是q0等于1.0的宇宙（真和美的代言者）模拟里，空洞的吸引太过强烈，星系点聚拢一起时所具有的能量也过大，结果模拟宇宙就比真实宇宙混乱。而在q0为0.2时的开放宇宙里，星团和空洞产生的太慢了。他让我看了一张标绘图，上面本应该是星团的地方却模糊不清，本应该是空洞的地方却不空，而是闪耀着一些低密度的点。

“这是什么意思呢？”我问他。

“如果有物质就可以形成星系，那么这种模拟就基本上行不通。”他稳重而又平淡地说。暗物质模拟宇宙，与观测宇宙中的星系运动

正好一致的话，就证实了普里马克在圣克鲁斯告诉我的——即星系可在整个太空形成，甚至在天文学家们称为“空洞”的地方也能形成。这些模拟实验表明，没有“空洞”，只有低密度的区域。换句话说，如果冷暗物质真的存在，那么天文学家所看到的“空洞”实际上并不空，只是暗而已。这也意味着在某种意义上，由星光所描出的宇宙结构轮廓只是一种幻觉，好比小丑肿起的脸上抹的几道油彩。

“我们必须咬紧牙关冷静面对现实，”戴维斯说，但神情并不沮丧。“打破那些假设，如果行不通，就放弃，找别的法子。也许物质与星系形成真的没多大关系了。也许光就像山上的白雪。”

戴维斯画了一张时空图，图上起伏的山脉代表暗物质，有大山、小山，山上还有山，到处都是山。山谷中是山，高原上是山，但是只有最高山峰上才有白雪覆盖。也就是说，只是在密度最高区域里的密度最高的团块才发光，才显现为星系的样子。而在其背后及周围是大片的暗云，没有形成星系。天文学家们看到的只是“山巅白雪”一样的光，而没有看到那种占大部分的暗淡星系，及未成星系的物质。

这种星系只在密度极高的区域才发光的概念，叫做“有偏差性星系形成”。这种观点与冷暗物质理论一起，一个像热奶软糖，一个像香草冰淇淋，都很诱人，但是都缺乏让人信服的根据。利用这一概念，戴维斯和怀特就可以把图表中，那些不发光的点抹掉，并很可能重新模拟出和观测相符的大尺度结构。同时，这些不可见的星系可以增加宇宙背景质量。

“一般的想法是，”戴维斯推断说，“如果光能标志出物质，那么宇宙就是开放性的，但如果光不能标志出物质，q0值就很可能是1.0。”

他从乱七八糟的办公桌后站了起来，把手按在前面一堆电脑印出的图纸上。“我们并不一定要知道暗物质粒子是何物，天文学家也不用知道，让物理学家去确定吧。告诉他们，光微子的质量至少

为10千兆电子伏特，令我于心不安。”他假笑了一下。

“宇宙学可搞清很简单的问题，比如是冷是热，还是不冷不热。冷暗物质描绘的是简单的图画，它可能行不通，也可能是很复杂的东西。它也许有更多参数。而热暗物质（中微子）没有参数——它是没有根据的理论，所以行不通。”

到1984年末之前，冷暗物质一直是宇宙学家们用以解释星系以及其他宇宙结构形成的宠儿。毫不奇怪，会有人批评它。但是奇怪的是，批评家中竟然有皮布尔斯。他好像已习惯于这样一种风格：把一些思想抛出去，等其他人都去抢追时，他却开枪射向那些思想。在他第一篇论文里就流露出（写得很模糊）对冷暗物质的不满。他对这种物质能否产生大尺度宇宙结构，深表怀疑，对“有偏差性星系形成”的概念也是不屑一顾。他一直追问道，这种理论怎么起的作用？为什么会此星系是暗物质而彼星系就不是呢？

赫钦拉和盖勒的CFA红移扩大研究就是在这种形势下展开的。盖勒是个英姿飒爽的女人，一头金褐色卷发，爽朗的笑声，鼻梁上架着一副过大的眼镜，眼睛里透出一丝桀骜不驯。她在新泽西州的莫里斯敦长大，古思也是住在附近不远的地方。她父亲是结晶学家。她自小就迷上了数学。60年代末父亲搬到加州大学伯克利分校，她就在那儿上了大学，读数学专业。但不久就转到了物理系。她记得有人劝她别学天文学时，曾说过，“到这样一个只能观测的领域干什么呢？”

1970年，她到了普林斯顿大学，一门天文学课程都没上过，就成了皮布尔斯门下的研究生。那时，普林斯顿刚刚改为男女同校，但是盖勒发现，物理系却并不是一个欢迎女生的地方。事实上，尽管研究生院也早已是男女同校制了，但她本人在普林斯顿校史上竟然只是第二个女物理学博士。“我当时心理上有许多障碍，同事们告诉我，那不是女人呆的地方。”

作为皮布尔斯的学生，她感觉，皮布尔斯在学术上对人很有启发，然而在师生关系上却很冷漠。“我跟他学会了怎么着手研究重

大科学问题，”她告诉我，“他搞研究有一套方案，我对此印象很深。他很会抓住学科的根本问题，并且为让宇宙论成为一门自然科学，做了很多贡献。他组织人们研究，当然，他自己不会亲自动手的。”

盖勒感到，尽管皮布尔斯令她深受启发，但普林斯顿更多的事物让盖勒很痛苦。她总是充不到足够的“电”，产生不了任何天体物理学思想。过没多久，据她说，自己就想着赶快离开，考试只求及格。在毕业论文选题目上她与皮布尔斯无法达成一致，盖勒就最终同奥斯特里科一起合作了。

一天，去吃午饭的路上，我问皮布尔斯，为什么盖勒在普林斯顿的日子那么不好混。他转向我，咧咧嘴，却没露一丝笑容地说：“研究生院不是好玩的地方吧。不过，她的论文还不错。”

1974年秋天，盖勒到哈佛进行博士后研究工作。此时，她对天文学还心怀不满，也不知道自己选择的是否正确。她对哈佛的印象并不深刻，戴维斯不久之后也来到哈佛，他们两人开了一个关于河外星系的研究生班，并一起教课。当时戴维斯同皮布尔斯一起研究复杂的BBGKY等级排列。盖勒也考虑着去学观测天文学。但是戴维斯等人开始组织红移研究时，她却避而远之，只说一些鼓励的话。她对我说：“当时，我想离开这个领域，我做的那些事儿没什么意思。别人都有了新的项目。我那时真是很消沉。”

1979年她就去了英国剑桥大学，在那里读了两年书，做了两年的自我反省。后来，重返哈佛，当了副教授。这个时候，戴维斯的红移研究也刚出初步成果。

“他们的结果并不很惹人注目，”盖勒对我说。当然，她的这一判断也没让戴维斯对她怎么青睐。“结果跟人预料的一样。我敢说，那些人的看法不会有大变化。没有人看到此结果时会惊讶到，喊‘哦，上帝’的份儿上。当然，皮布尔斯的对射函数是正确的。了不起！”

红移研究曾是戴维斯发动起来的。但刚做完第一阶段的研究戴维斯就离开哈佛去了加州大学伯克利分校。在接下来的几年里，红

移小组的工作一直很散漫，一直在讨论着下一步该怎么做。盖勒此时已取代了戴维斯的位置。1984年，经过漫长的讨论，她和赫钦拉终于决定了如何去扩展红移研究了。

前面说过，原来的研究只观测北部天空星等超过14.5的所有星系，利用这些星系的红移做为相对距离的指示物建立一个三维本宇宙模型。而这次盖勒和赫钦拉提出的扩展是观测星等高于15.5的所有星系。听起来跨越很小，但是观测的星系，却一下子从原来的2 400个，上升到15 000个，而观测的星空距离也从3亿光年升到6亿光年。

第一阶段的研究是根据兹维基的巨大星系目录进行的，但是第二阶段因为距离遥远，已经不能完全根据这个星系目录了。盖勒同赫钦拉就亲自对一部分一部分的天空进行拍摄，然后在底片上扫描那些模糊星云的位置。耶鲁大学有一台底片密度扫描仪（PDS）——就是桑德奇极其憎恶的自动装置，他们利用这架PDS进行扫描。但让盖勒恼火的是，他们只能在规定的时间内用这台机器。

她说，这台PDS是供全地区所有人使用的仪器。但是哈佛-史密森的人员只能周末用。盖勒还抱怨说，秋季的一个周末，耶鲁校园内有一场主场橄榄球赛，结果整个纽黑文宾馆人满为患，他们连歇脚的旅馆都没有。

为了研究方便，他们把天空像切葡萄柚一样，分成南北方向的角度为6的楔形长片。据推算，每片包含的星系都要在霍普金斯天文台，花一季度的时间去观测。

CFA小组的各种观测仪器技术都已准备就绪。莱瑟姆等人不断地改进了摄谱仪的功能。1985年春，他们观测了以室女和后发座星团为中心的第一片天空。同年秋天，在盖勒及其研究生瓦莱丽·拉帕朗的注视下，电脑打印出他们的第一张天体图。原来的已经精确标绘出的宇宙图，现在突然密了一倍，更加充实饱满了。原来那张发人深思却模糊不清的“素描”现在变成了一张逼真的“肖像画”了。这张画告诉人们星系的形成，或许还可以揭开暗物质起源的神

秘面纱呢。

好像是上天故意安排，室女和后发星团正好在图中央，显现出一个简笔画小人的模样。“小人”周围是排列整齐的弧、圈以及布满星系的面，而星系包围的则是跨度达5 000万光年甚至更长的空“泡泡”。那么，天文学家提起的丝状物，实际上就是片状的了。盖勒第一眼瞄过去时，想到的就是“肥皂沫”。后来，在《时代》周刊上，她以盛满洗碟水的洗涤槽，来比喻这个本宇宙结构。

盖勒认为自己终于可以喊“上帝”了。就她所知，这些资料与那些标准的星系形成理论完全不同。那个巨大的星系曲面与泽利多维奇的“薄饼”也不一样——前者的星系壁比“薄饼”理论预测的更薄更圆。图上显示的空洞及片状物很大（有些情况下，几乎同观测范围一样大），暗物质不可能产生这么巨大的结构。也就是说，现有的理论中没有东西能够产生这么大的结构。

盖勒、赫钦拉及在巴黎大学读物理学博士的拉帕朗的报告会准备就绪。对外宣传活动也整装待发。哈佛及史密森大学全力以赴。于是，1986年1月，在休斯敦美国天文学会举行的一次会议上，盖勒的结果第一次登台亮相，伴随着影片放映，人们可以从各个角度，看到楔形宇宙空间的一批整齐排列的星系。盖勒的面孔在早间电视新闻里出现了。为了化妆，她早上5点多钟就开着一辆轿车飞奔去电视台，她说这是平生头一遭。

这次会议与在阿斯彭召开的天文学滑雪会议时间有冲突。所以大多数与这项工作相关的科学家是在《时代》周刊上，看到盖勒的天体图及图上的“小人”的。

盖勒的第二片角度为6的楔形天空观测完后的一天，我去哈佛走访了她。我、盖勒，还有保罗·库尔茨，一个长着胡子，穿凉鞋的程序员，一起坐在地下室的电脑房里，盯着电脑屏幕上的一片片代表宇宙空间的三维动画。那些楔形的空间就像切成片的透明葡萄柚，而柚子的籽就像宇宙的星系了。他们俩一边目不转睛地盯着（看样子他们对此项工作很感兴趣），一边转换着屏幕上的图像，就

像珠宝商在欣赏水晶的不同晶面一样。空洞和片状星系在慢慢地旋转着，一会露出半边，一会全部显现，一会又转到背面，被那些星系尘埃给挡住了。“简直像毒品一样让人生瘾。”盖勒叹息着说。

她说，10年前，她给皮布尔斯当助手时，手头只有1 000个星系的红移资料，而现在达到了三万个。“这个领域，”盖勒提高了嗓门，“以前缺少的就是资料。现在资料越来越多了，也让我强烈意识到没有足够低的红移值，想真正了解宇宙太难了。虽然这门学科刚刚兴起，但已走了一段路，虽然在这么短的时间内对本宇宙有那么多发现，这充分证明我们其实一无所知。”

“最可怕的是，我们只能通过观测了解宇宙，看到的就看到了，看不到的就不能凭空推断。”她也许认为要证实宇宙各向同性，及均匀性还需进一步努力。按照她的话说，“对宇宙做推断，就好比拿一张罗得岛的地图，去猜想描绘整个地球一样，根本行不通。”

在她楼上的办公室里，我问她，包括“暴胀”论在内的种种宇宙学家广为接受的标准宇宙论，受不受其观测结果的影响。她对理论学家一直怀着观测学者特有的贬他褒己的态度，认为那些理论没一个与她的观测结果相符。“什么叫有偏差性星系形成？”“他们根本就没拿出足够的证据足以否定‘有物质就可以形成星系’的说法。”

q0值是1.0吗？“我们既无法去证明是，也无法证明不是。对‘扁平’问题我没多大注意——q0只有是一个值。而且我们并不了解宇宙的模型，因为我们准确的测试实在太少了。”

“‘暴胀’论也并非一种不完善的理论。但它不能作为一种正确的方法以便取得可测量的量化结论。人们都不重视测量。不错，爱因斯坦的理论都是从他脑袋里猜想出的。但通常，实验结果先于理论出现。”

盖勒还不满地说：“我听到‘暗物质’这个词时，感觉听起来像‘以太’。暗物质是什么？在哪里？可以用它解释宇宙的一切现象吗？”

如果还有宇宙学家怀疑宇宙中是否真有星系以及太空洞这样的

结构，那么CFA的最新结果可以扫除他们的疑虑了。以后的几年，凡是参加宇宙学会议，凡是听人做报告，都会看到他们向你展示，那张室女座与后发座的有简笔画小人的天体图。但是这一结果的革命性意义，取决于你以前对空洞及超星团的信任程度。并没有几个宇宙论学者同意盖勒的说法，说什么该结果彻底推翻了星系形成理论。戴维斯看来，这个新资料并没有多大的革命性。而特纳也告诫说，只凭看图片就下那么多结论有误导作用——“被误导”是天文学家的大忌，他还说，宇宙论的科学性在于数字的严密性。

而皮布尔斯对这个新红移研究结果做了不少赞赏。他本不相信“空洞”的存在。当然，那些片状星系的轮廓分明，实在让人惊讶，而且还是曲面的。如果存在“薄饼”的话，该是弯曲的“薄饼”。

CFA结果使一个模型受到了众人的欢迎，那就是普林斯顿的奥斯特里科与兰·考伊1981年共同制出的模型。不过兰·考伊后来转到夏威夷大学了。他们模型的思想就是，片状星系和空洞是由初发的爆炸产生的。这一思想又来自于恒星的形成。人们认为，超新星爆炸时，震波引发气体云及尘埃云塌缩，从而产生了恒星。那么，在星系这样的尺度上，这种事情也可能发生。试想一下，在太空某个区域有第一个星系，星系里发生了一系列的超新星爆炸，这种爆炸，足以将所有还未聚集的气体推出星系外。实际上，将他们扼杀在摇篮里了。然后，这些原始的星系际气体之间，就形成了一个“泡泡”，在“泡泡”的表面，尤其是在“泡”与“泡”之间互相撞击的地方，气体就会压缩成不同的星系。

奥斯特里科—考伊模型的特征就是按照这一过程，普通物质与暗物质很自然地就分开了。因为爆炸——原子向外猛推——是一种电磁活动，其冲击波只会冲走太空中的氢和核，而混杂其中的弱子暗粒子则一动不动。想像一下，一个温暖的春日里，圣马克广场到处都是游客。站在广场中央的警察突然用意大利语喊了一句话，让人们从广场疏散。当然，意大利人会急匆匆地跑到广场边上。而那些德国，美国或日本游客呢，因为听不懂意大利语，仍旧会站在广

场上，用照相机相互拍照。我们再看一下宇宙的情况。普通物质听懂了命令就跑到别处，离开了“泡泡”，而暗物质却还留在原来的地方。

但是还有一个问题，奥斯特里科自己也很欣然地承认，这种爆炸产生出的“泡泡”只有1 000万——2 000万光年的跨度——而CFA研究结果中，“泡泡”的典型跨度为1亿～2亿光年。

宇宙弦理论，也随着CFA结果流行起来。前面曾指出，在力的对称破裂，及希格斯场“凝结”的初期的苦痛中，可能产生许多时空“伤痕”，而“弦”就是其中一种。另外还有“单极”、“磁区壁”（domain walls）。“弦”实际上是细细的“假真空”管，每寸质量达10^{16}吨。这些弦刚刚出现时长度无限，如橡皮条一样飞越并交织在一起。它们相互割断或形成圈，这些圈又会在引力辐射下最终收缩衰变。

既然弦理论假想如此神奇，一个人数可观的小组成立起来，以发现弦的切实作用。也许是这些巨大的弦，把原始物质分割成团块，团块又形成了星系及星系群。赞成这一想法的一个主要研究者叫尼尔 ，是英国人。他高高的个子，相貌堂堂，黑黑的卷发，他对流行不屑一顾的风格似乎也很时髦，脚上一双旅游鞋，上身穿长袖西装白衬衫，袖口扣着扣，领口的扣却解开了。他曾在伦敦帝国学院读书，而他的老师托马斯·基布尔早在1974年，就将对称的破裂所引起的时空“伤痕”进行了分类。图罗克看起来很自信。

在访问圣芭芭拉期间，图罗克同安迪·奥尔布雷特用电脑制出了弦宇宙模型，并测量了那些“圈”的对射函数（就如10年前皮布尔斯测量星系的一样），结果非常正确。“圈”和星系群的对射函数一样，都有“不规则结构”的特性。

这同样让人吃惊，正如图罗克用胜利的口气解释的那样，在宇宙弦理论中，你不可能用任何凭空的因素，来解释宇宙的真正来源。“宇宙弦不能瞎搞，”他说道，“它要么错要么对。”

施拉姆也支持宇宙弦理论。他对自己的中微子——即现在的热

暗物质——一直念念不忘。借助宇宙弦，也许能使中微子在产生星系上更有说服力。“没有任何单一的假说可以解决所有暗物质问题，”施拉姆有些幸灾乐祸地说，“我们必须向‘小牙仙’祈祷两次了。”施拉姆加紧推进宇宙弦理6论，就如他喜欢加紧生活中的其他事情那样。芝加哥和费米实验室成了弦理论家们的避风港。

而冷暗物质的研究者，尤其是戴维斯和怀特继续他们的工作。那些冷暗物质在小尺度结构上，作用得如此完美，他们根本就舍不得把它放到一边不管。而在大尺度结构上，也不能因为一堆图片，就将之彻底否定。“他们尽可以面红耳赤地拿图片来对付我们。”戴维斯毫不客气地说。“但是必须得做定量统计才行——例如密度、对射函数等。”

实际上，技术方面的因素也使粒子物理学过于相信宇宙学问题。一小组研究人员满怀希望地到南半球去探测相对来说研究较少的天空，并进行红移研究。不幸的是，正因为研究得较少，连个像样的星系目录都没有。在新时期里，想弄出许多数据让那些做模型的理论家晕头转向，应该是很容易又很烦人的事儿。他们做研究的这种方式被称为以望远镜为辅助的过渡模式。新一代天文学家，并不再机械地跟踪恒星及星系的运动，而是为CCDS编制程序，利用电子技术来追踪星系。可以把星系旋转时的信号收集后，一个象素一个象素地进行转换。这样，天文学家就不用在长满蜘蛛网的主焦点笼里坐得腰酸背痛，也不用眼睛老盯着那个阴冷的宇宙。有人断言，在新一代天文望远镜产生后，观测者根本就不用再爬到山上去。他们可以从办公室里，通过卫星控制望远镜。新一代天文学家，对那些前代人所受的痛苦根本体会不到，也不愿意去体会。他们凭借电脑“搅拌”出一张张“泡沫”图，观测的越远，“洞”就越大，丝状物就越长。不知道哪里才是尽头，但是他们相信，在到达尽头之前，只要观测到哪里，那里的秘密就会揭开。

但是，也许没这么简单。这是大卫·顾和克朗带给我们的消息。15年来，他们一直研究几片只有月球那么大的天空，测量那里星系

的红移。他们使用基特峰上4米口径望远镜来取得照片及CCD计算机图像。该望远镜可观测的星系比盖勒他们观测的暗淡15倍，距离远4倍。库和克朗开始这项研究时还是加州大学伯克利分校的研究生。他们从可观测的宇宙的半腰着手，像串肉扦一样，一直向深处穿去，在不同的深度确定星系的质量。按照天文学常理，在那种远距离及暗淡的地方，每块空间应该有10 000个星系。他们没有测量所有星系的红移，而是利用随机抽样，来观测那些暗淡星系。他们的"串肉扦"上全是跨度达几亿至几十亿光年的大团块和大空洞。

绍洛伊知道，这是大尺度宇宙结构，就加入到他们的行列，帮助两人进行数据分析。他也喜欢上了观测。"就像在巨大的拱形立体放映厅一样。"在基特峰进行一轮观测后，绍洛伊也终于明白：像他这样的理论家，随随便便地问观测者们，怎么不再多拿出几千个红移来时，为什么那些观测者如此恼火了。

理论家也处于进退两难的困境，在今天的丰富的"泡沫"，与昨天的不温不火的"汤汁"之间徘徊不定。他们被淹没在宇宙数据中。现代研究表明，几亿光年远的物质分布上宇宙红移为0.1，而类星体红移为3，显示宇宙在这个红移数值时体积为现在的1/4，并开始形成星系。宇宙微波背景则显示，宇宙年龄只有几千年，氢原子开始形成时，质能分布红移为1 000。

从发现微波背景辐射的20年里，射电天文学家一直在对之密切进行研究，试图发现可能形成星系和星团的那些细微差异，他们什么也没发现。差异的上限超不过一个十进位分数。到1985年为止，人们已经公认微波背景辐射很均匀，差异不超过百分之一度（忽略银河系运动所造成的差异）。早期的宇宙越平滑，当今的宇宙越参差不齐，理论学家就越难填补过去与现在之间的"鸿沟"。根据热暗物质理论，没有星系这样的东西存在，而根据冷暗物质理论，又不会有超星团的存在。难怪理论学家感觉被闷在一个箱子里了。

暗物质成为正统理论，至少是树立起权威的日子，应该是1985

年春天。当时，关于暗物质的国际天文学联合会议，在普林斯顿召开，与会的天文学家都认为，没有更好的方法来解决天文学问题。会上，特纳拿出了自己撰写的一份关于暗物质及其作用的纲要，措辞巧妙，很有艺术性，而且惟一一次整个过程完全通过他本人做的视图加以再现。会后的一个小组讨论上，皮布尔斯问大家想不想投票表决q0值，大部分人都赞成。以色列的理论家，身材结实的阿维西艾·德克尔咄咄逼人地说："那么，把名字也写下来。"鲁宾在一旁喊道："不行！"

投票结果，59个勇敢者选择了一个值，其中28个选在0.999到1.001之间，这些人都相信"暴胀"论，有两人不折不扣地选了封闭性宇宙时的值，还有71个"不知道"。

到1986年初，宇宙学家分成了众多阵营，那情形就像意大利国会的状况。这些混合文化中成长起来的人，始终未能就"星系群"及"空洞"形成提出有影响的见解。但是，却都有充分的理由反对别人。在邦德主持召开的一次星系研讨会上，约翰·赫钦拉这个颇为傲慢的加拿大理论家，在黑板上列了14个不同的理论模式，而后逐一否定，剩下的时间留着提问。

对赫钦拉来说，那些理论越疯狂，他的态度就越尖刻。"每周都有理论家跑到我面前，让我看什么新模拟。"他学着那些人幼稚的腔调，"我成功了，对吗？"

"不。"

从下面盖勒说的这句话，你就会感到观测者们所特有的傲气与权威，"我和约翰都是真正的怀疑论者，所以才会合作到一起。"

而对皮布尔斯这一学派领袖来说，弦理论或任何其他理论都没让他满意。在阿斯彭，一群弦理论家围坐在草坪上，皮布尔斯坐在中间，给他们讲讨论之前要做的准备工作。那些人自称，对皮布尔斯的关照很感激，不过，背着皮布尔斯，图罗克却透露说，皮布尔斯对弦理论的反对并无大碍。说完，就去打排球了。

皮布尔斯并没提出任何自己的理论。他发表了许多自称为"长

篇大论”的文章来否定所谓的标准宇宙模型。其中一篇以引用艾拉·格什温的话开头：“不一定非是这个样子。”

我问他，是否感觉自己不像天文学研究的奠基者。他立刻答道：“不，感觉不像。没有我，一切还是现在的样子，还是这样发展，我只是随着走罢了。我就好比一个冲浪者，而不是个……这或许是个好比喻，对吧？我一直冲在浪尖上，但是波浪却不是我产生的，而是整个团体的结果，整个发现的结果。这样有点乐趣，但也有点危险，总是搞得一身是水。有时不小心还会跌进波谷，碰到冲浪板上。”

“我记得自己刚写了一篇刻薄的文章，讽刺片状星系，盖勒等人的结果就出来了。人们看到了片状的并不存在的东西，就以为看到了什么。我举了许多这样人们被误导的有趣例子。有一阵子，那些人还颇为认真地以为，球状星团里会有旋涡结构。”

甚至在CFA第二轮结果出来之前，皮布尔斯就已经看到了麻烦。在图森的一次会上，我们两个谈论了有关宇宙模型恶化的情况。在一个闹哄哄的广告画展厅里，我们一边聊天，一边喝着一品脱大小的蜡纸杯装的啤酒。一周来，皮布尔斯始终穿着那件格子衬衫和那条宽松裤。衬衫里面还穿着一件多孔的汗背心，看起来像一个生活有点放荡的贵族。

那个q0等于1.0时，宇宙十分简单完美的假想，他甚为怀疑。“有证据说q0值等于1.0吗？”然后自己又说：“奇希尔维勒，当心理论学家们会拿出一长串的论据来。”

他指出，要想让宇宙“扁平”，要想调和理论与观测的矛盾，一种方法就是重新研究宇宙学常数——即爱因斯坦推断的一种排斥力，后因他发现宇宙的确在膨胀后，就很大方地把这个假设给扔了。自从1929年以来，除了沃库勒尔之外，几乎无人热衷于谈论宇宙学常数。

我说我觉得希望不大，他疲倦地笑了笑，说：“你会说‘我看不到最终真理了’。”他叹了口气，“‘最终的真理’这个词在本世纪

初（20世纪初）就不时髦了。不过，我们应该满足了，因为我们一直在进步，当然，我们是找不到最终答案的。”

“我不在乎。”他耸耸肩，从大纸杯里啜了一小口啤酒，继续说，“我已经习惯用这种‘不在乎’的方式生存了。我们得面对现实。天文学不是占星术。不过，我们仍是进步了。”他又停了一下，低下头。“然而，最艰难的就是，让人们看到我们的确是在前进。我们也有许多很确定的结果，只不过，这些结果还没形成一张严密的网而已。”

20

寻梦时节

在第一原则的寻觅中或者说是宇宙如何运行的追寻中，与探寻暗物质的过程一样，也不乏大胆的猜测及勇敢的开创者，但也时常有所间断。

1980年，史蒂芬·霍金被提升为剑桥大学的卢卡逊数学教授，牛顿、迪克兹就曾任此职位。这一职位是一名物理学家除诺贝尔奖外所能得到的最高礼遇了。就职演说中，霍金讲述了物理学现状，并强调提出，理论物理学的目标是否已近在眼前了呢?

虽然知道已经有前人对此做过预言，他自己还是给了一个肯定的回答。他宣称，不难想像，在20世纪末到来之前，物理学家将掌握最终的自然理论，可以用来描述一切力、一切粒子，真真切切解释我们宇宙的理论。而且，将会有计算机来取代物理学家，为最后测试进行计算。“那么，”他最后说道，“即使理论物理学的最终梦想还未能实现，理论物理学家们的终点可能已近在眼前。”

霍金是那种典型的固执而又乐观的人，是富于争议的人物。掌握终极规律意味着什么?那些终极规律与上帝之间有没有不同?

80年代一开始，粒子物理学家就着手从宇宙爆炸后，即时间开始后的十亿分之一秒起进行研究。而宇宙论者一直想找到宇宙弦和那些超对称粒子的蛛丝马迹，以确定它们对今天星系的作用。于是，他们就从最最接近时间开始的时刻设想。存在的外衣细微到极点，然而就在那一瞬，隐藏着引力及一切存在的秘密。就是那一瞬形成了泡沫似的混沌状态，然后星球以想所未想的和谐旋转起来。就是那一瞬，蕴涵着比玫瑰花苞还要复杂的完美对称。

为什么有存在而不是完全虚无呢？这是桑德奇一直推崇的问题。如果能有答案，物理学家很希望，答案是从捉摸不定的量子引力假想中找到的。这个假想最终会将广义相对论与量子理论结合起来，或许可以避开理论上的奇点。如果真的存在问题的答案，将存在于从时间第一瞬——无可到达的埃尔多拉多黄金国——出身的那种完全结合、完全对称的力中。那么这种量子引力是否真的能让宇宙运行呢？

80年代早期，这种理论还未提出。霍金等人希望超对称及其“表亲”——超引力能够帮他们到达埃尔多拉多黄金国，或者接近他所说的“上帝的念头”。但却没有成功（事实上，超引力很快就被否定了）。那个时代，物理学界的许多证据都因那个神奇的“暴胀”而被抹杀了。探寻宇宙起源的物理学家，对终极理论（如果真有这么一种理论的话）背后的原理毫无概念。他们就像结结巴巴说梦话一样，不知道答案，甚至不知道该怎样提出问题。这些物理学家的潜意识中常常会冒出一些怪念头，一些似是而非的疯狂想法，他们拼命抓住这些念头，以期能使它们浮到意识的层面上，做一些更现实的研究。

只有几个疯狂的物理学者将名望声誉抛到身后，在没有理论的情况下，勇敢涉猎这个领域。如惠勒所说的，去探寻“能够引发观念的观念”。

最开始的狂人就是惠勒，黑洞理论的开创者。在普林斯顿任教了38年后，1978年退休。从安静的办公室生活转向游学生涯，先是在山姆·休斯敦，后来又迁到了奥斯汀的得克萨斯大学，在那里他又可以带学生了。在奥斯汀山上有他的巨大办公室，一幢新房子，室内有游泳池。他每天在里面游上1/4英里。白天，他两条铁腿楼上楼下跑着去会见他的研究生或博士后。

在别人看来已到晚年的惠勒却开始收集各种重要的物理学思想。他一直考虑着在各个年代的伟大思想家之间建立一种称为“超凡链”的联系。“巴门尼德、苏格拉底、柏拉图、亚里士多德，等等。

排在后面的人都熟悉前面的人，而我想找的是一些文字记载、一块石头或一座石碑之类的，可以代表两人之间曾经有接触的'纪念物'。我下定决心去找了，不过，必须游遍巴比伦、中东、阿拉伯国家、西班牙，一直到法国和英国。在链靠近'现代'的末端，我会写上玻尔的名字。"或许在尽头的尽头，还会出现玻尔学生的名字。

"对于物理学，我惟一感到的责任就是，一定要搞清楚万物是如何组织在一起的。现在，许多人被迫专长于一个行业，以至于年轻人，根本没能力了解物理学的全部。只有我这个老保守家伙，还可以笨手笨脚做一些傻事。"说着，他开怀大笑起来。

他在普林斯顿期间，一次，他的一个富家学生委托学校找亨利·穆尔为他做一个雕塑。惠勒走访了穆尔，对其雕塑技术感触颇深。惠勒看到，穆尔的工作室就像个各种形状物品的小仓库，架子上摆满了骨头、石块以及其他各种各样的雕刻。穆尔雕塑作品时，会选半打这种小玩意儿摆在面前的纹板桌上，以随时让它们进入自己的潜意识，随时把其形状融进手头的雕塑中。惠勒就联想到自己，他就像个雕塑家一样，试着用几种最青睐的念头组成一个理论模型。为了让自己的潜意识保持活跃，他办公室里到处点缀着称之为"线索"的图画和一些有启发的句子等。

我问他在做什么，他说，"中心问题是找到宇宙开始的步骤或阶段。"边说着边挥着拳头。他在黑板上画了一只手，手腕处的袖口很精致，那只手向空中抛6个球，每个球上刻着很古怪的方程式，每个方程式都代表着物理学的一个重要原理。他接着说："这当于把6个球不断抛向空中，然后观察它们下落的不同方式。我必须保持这些念头不停循环往复。"说着，给那个袖口润了润色，然后皱了皱眉头，盯着黑板说："看一下，有漏掉的线索吗？"

惠勒认为最大的线索仍旧是他现在称之为"时间之门"的黑洞。他感兴趣的不再是黑洞表面的黑暗，而是黑洞内部。时空在黑洞中央消失的想法让他着迷。他经常宣讲广义相对论告诉我们的就是，"大爆炸"没有"从前"；"大挤压"也不会有"后来"。宇宙产生了时

空，时空存在于宇宙中——而不是时空产生宇宙或宇宙位于时空中。

那么以时空为基础的物理学规律是否也由宇宙产生的呢？或者有了这些规律才产生了宇宙？这些规律存在于哪里？是什么样子的？是独立于时空的吗？是独立于宇宙的吗？

“时间之门告诉我们，物理学必须建立在一种非物理的基础上，”他以那种惯用的口号式话语说道。不过，怎么建立呢？

惠勒年轻时，就颇为痴迷广义相对论。他同许多人一样，希望物理学最终能用几何学解释弯曲的空间。但是，过了大半生，见证了许许多多的难题，他才觉得要揭开自然规律及宇宙的神秘面纱，还得靠量子理论。那么测不准原理为何会存在呢？

读者可以回忆一下，那个听起来似是而非的法则，即物质或其他形式的存在的某些性质，如波动性、粒子性、方位、速度等，如果没有人亲身测量的话，永远只能是处于一种悬而未决的，不明不白的“可能”状态中。那么由此而产生的一个结果就是，宇宙中任何形式都不能认为是真正的“空白”。在“空白”中，量子波动可以产生出粒子（我们前面看到过，星系就可能是由此而来的）。而且，在还未真正确定的量子引力的作用下，随机波动可能会在原始的“虚无”中产生出时空本身。

惠勒把这种原始的可能状态称作“超空间”。在数学上可看作是所有可能宇宙，可能物理的集合。超空间里，有密度极大并在五分钟内就坍缩的宇宙，有所有星球都是蓝色的宇宙，所有星球都是大铁块的宇宙，甚至有不存在星球的宇宙及存在单极磁场和独角兽的宇宙等等，各种可能性。大多数宇宙里是无生命的，但用惠勒的话说，生命“产生于它们当中”。

惠勒强调，在超空间里，量子力学和波动函数，各可以大显神通。电子的波动函数在整个空间分布，通过测量可以限制这种分布，同样，整个宇宙的波动函数，分布在整个超空间里，通过测量，也可以将之“收缩”。但是没有人做这种时间之初的实验，而桑德奇也只是研究几十亿，几百亿年前的宇宙。所以超空间里的波动函数

怎么样“收缩”呢？或是什么能使之“收缩”呢？上帝怎样选择了我们的宇宙呢？或者，让爱因斯坦不解的是，他有别的选择吗？

要走出这种似是而非的问题，办法之一就是埃弗雷特、惠勒的多世界方法。霍金本人对此也十分支持：即上帝并没有做选择，有亿万个数不尽的平行宇宙，每一种可能性都是真实的。

另外一个引起人们争论纷纷的思想叫做人本原则。产生这种原则是由于大量的巧合事物的出现。这些巧合曾经让埃丁顿、狄拉克、迪克都很折服。迪克、卡特等赞同该原则的人认为，宇宙的本质，尤其是一些物理常量的数值，本来就必须是这个样子，否则的话就不会有我们人类及其他生命的存在。这完全是一种后知后觉的物理学方法。惠勒曾经一度追随这种方法，但后来又支持了一种更为激进的原则，他称为观测创世说。根据惠勒的解释，观测创世说 是以测不准原理为基础的。在一定程度上，把观察者本身牵涉到了物理产生活动中。“从某种奇怪的意义上讲，量子原则表明我们研究宇宙，同时本身又参与了宇宙活动。”这种原理有多大的有效性？他大声问道。它是否可以成为从虚无中——就是使创造力与黑洞的破坏力相对立起来的一种控制力量——建立起物理学法则的规范？是否能同时创造宇宙与宇宙的规律？否则的话，自然界为什么还存在这种比测不准原理同样古怪的原则呢？

为了证明量子理论的神奇力量，他叙述了一个称为“思考”的双槽延迟的著名实验。实验者的现世选择对过去发生的事情有很明显的影响。他们在一长管尽头摆放一个屏，屏上有平行的两条狭缝，电子要飞过这段长管。而在屏一边很远的地方——当然你可以认为是几光年远的地方——潜伏着物理学家。他可选择即将进行的两个实验中的任一个。一种实验方法是测定电子的动量，并说出电子穿过了哪一个缝隙。另一种是测定电子的方位，记录下电子穿过两个狭缝（波就可穿过两个狭缝）的部分干涉条纹（电子多一些的话，就会出现完整的干涉条纹）。原则上，物理学家是可以在电子飞行的最后一瞬，决定要测什么，而在电子穿过屏很久之后，能确定电

子是穿过了一个还是两个狭缝。

该实验结果让惠勒看到了“大爆炸”论的曙光。没有观测者就不会有物理学，但是也正因为观测者，原则上，我们的物理学可起到相反作用。观测创世说认为宇宙是一种“自激电路”。“那些亿万万个由观测者参与的基本活动，总起来就意味着是我们所说的‘创造’吗？”惠勒问道。随后自己回答道：“如果想从无计划中产生计划，无规律中产生规律，无物质中产生物质，再没有别的方案了。”

在一篇名为《科学81》的文章中，惠勒指出：“‘过去’就是理论。没有‘现在’的记录就没有‘过去’的存在。我们是微观的参与者，我们参与了‘过去’的创造，更参与了‘现在’与‘未来’的创造。”

一天，我去奥斯汀拜访惠勒，他突然问我，“我谈这些问题时，你觉得我很冷酷吗？一个朋友说我冷酷，就因为这个词含有对人类问题不太敏感的意味。我不喜欢‘冷酷’这个词。坦白说，我也不是那种同学生一块儿到处炫耀到处吹嘘的人。时间太短了，恐怕我从来没有花足够的时间去结交密友。因为交一个密友，一周至少要同他呆上三小时，以便保持亲密关系。真是太紧迫了。”

他的声音里透着一种孤独感。

没有几个物理学家理解惠勒的观点，更别说有多少人同意了。然而，探索未知领域的人，颇为青睐量子原理。而且同意，量子原理在某种程度上，与宇宙的开始有关系。“暴胀”论的出现加深了他们对此理论的青睐。因为“暴胀”理论表明，可见宇宙完全有可能从“虚无”中——即一种无穷小的“假真空”中——产生出来。

突然之间，宇宙好像并不是从一个大跨度中产生的，而是从一个小的、从无到有的量子中迸发出来的。“虚无”理论[①]的痴迷者、

---

①第一个勇敢提出宇宙“虚无”论的人是埃德·特赖恩，现为曼哈顿区亨特学院的物理学家。在一次专家讨论会上，特赖恩脱口说出了这个想法，所有的人哄堂大笑。这多少有点取笑这位有名望的科学家：拿了旅行费参加研讨会却说出这样的东西来。1975年，特赖恩还是在《自然》杂志上发表了关于“虚无”的想法，却被忽略了。1979年，皮尔布斯和迪克在一篇有名的关于宇宙难题的论文中提到了特赖恩的观点。

学者古思指出，如果宇宙的所有属性，如电荷、动量等，一旦失去平衡，没有物理法则能够阻挡某种宇宙——或说某种量子宇宙——的自发出现。“宇宙是从虚无中产生的，这个念头确实很诱人。”古思说，“这些念头虽然只是设想，但它们在一定程度上可能是正确的。”

有些物理学家认为，“虚无”或许就是“终极对称”，即无论何时，无论何方位都完全一样——犹如一种在十字街头四面而来的完美的交通堵塞。我们所知道的“虚无”并不是真正的“虚无”，不过，这种非“虚无”的形式不是任意而为的。但它却包含着所有存在的可能。也许这种美，这种“虚无”不是稳定恒久的。它骤然的一抽，就一劳永逸地产生了永恒的结果。

在我访问麻省理工学院期间，四月的一个星期四下午，古思建议我们一定要去参加在哈佛举行的一个报告会。他想听一下塔夫茨大学来的亚历克斯·维连金的关于宇宙起源的新理论，想知道宇宙是如何像“掘隧机”一样，从“虚无”中慢慢露头的。于是，我开车，他骑自行车，到了哈佛。此时已是傍晚，在哈佛广场上有一座红砖的物理系建筑，是莱曼大厅。我们就在那里会面。

我们走进一间布满灰尘的报告厅，有几个好奇的物理学家，懒洋洋地靠在椅子上。四月的阳光透过绿叶，穿过窗户照射到厅内。维连金身着深色套服，高高的个头，瘦瘦的身材，一头黑色卷发。颧骨突起，十分红润，看起来比他实际年龄35岁要年轻得多。他是俄罗斯移民。眼神里带着一种流放者独有的冷峻，那种规规矩矩的节制风度，掩藏了他内心的冒险精神与桀骜不驯。

维连金一边在黑板上描画着弯曲的时空面，以及“虫洞”似的东西，一边讲解他的理论。婴儿宇宙像一种超自然的“掘隧机”。开始，“泡泡”状的宇宙，或说时空一路“掘通隧道”进入了惠勒所说的可能存在时空的超空间，然后又慢慢“掘隧”进入了“真正”的时空。“掘隧”是一个非常有名的量子过程。代表粒子或整个体系，或宇宙的波函数借助这一过程，可以渗入并透过那些坚不可摧

的障碍，与垒球穿过墙壁的情形十分相似。

但是宇宙“掘隧”的起点在哪里？用维连金的话说，“在‘虚无’中。”

维连金讲，这个“泡泡”形成的宇宙是封闭性的，因为封闭宇宙需要的能量最少，最有可能形成。小“泡泡”一旦进入“真正”的时空就会“暴胀”。下面的过程就是标准的“大爆炸”理论中所说的“膨胀”与演变了。

大部分人都听得一头雾水。后来，维连金同古思、西德尼·科尔曼三人坐到一起谈论刘易斯·卡罗尔钟爱的题目——“虚无”。古思与科尔曼都是首次听说“掘隧机”宇宙起源论的。

科尔曼长着大胡子，脸色有些苍白。他一边思考着刚才维连金的理论，一边把手指捏在一起，盯着他俩问：“‘虚无’是什么？”

“‘虚无’就是，”维连金一板一眼地回答，“没有时间，没有空间的状态。”

科尔曼就像一个犹太法学博士般又沉思了片刻说，“就是说，存在着一个没有时间的时期，叫‘永恒’。那么我们用量子跳跃一小步，就从永恒进入时间了。”这时太阳已经西下，将他的影子越拉越长。

随后，他们一块去了著名物理学家们通常喜欢去的中国餐馆。

此后，我去了塔夫茨大学，进一步了解了维连金本人及其理论。他的生活经历，同他的那些想法一样富于冒险精神。维连金出生于前苏联。后来在乌克兰的哈尔科夫大学获物理学学士，但是教授无法帮他读研究生，因为他是犹太人。

一连5年，他自学并发表了一些文章。后来应征入伍，当上了军队实验室的助手。退伍后，只谋得了一个动物园守夜班的小职。他领到了一把来复枪，其实他根本不会用。不过，干这种活，只要不是酒鬼就可以了。“动物园附近有个小货摊，货摊上有酒卖。”维连金回忆说。

1976年，他先移民到了意大利。在等待美国签证期间，看到了

关于纽约州立大学的一则广告。他发去了一份申请，就去了那里。现在他觉得，当时的决定有些草率。一年之后，拿到了生物物理学博士学位。成为受雇于塔夫茨大学的固态物理学家。“我转行到宇宙论研究时，也没人在意。”

有一段时间，维连金一直研究宇宙弦，而后又转向了终极问题的研究。移民前在哈尔科夫大学，在学习固态物理的那段漂泊岁月里，他曾遇到一个很失意的科学家，叫彼得·福明。两人交往甚密。彼得·福明——跟特赖恩一样——曾经提出宇宙会在不违反任何守恒定律的条件下，自发产生出来，并试图劝说泽利多维奇等人接受他的观点，却被认为是个疯子。1975年，福明也曾发表这方面的文章，但和特赖恩一样遭到了冷落。

维连金凭直觉感到宇宙开始是以一个小“泡泡”的形式存在。比如说，一片“虚无”的海洋里（一种虚宇宙），会浮起很多泡沫。其中大部分的“泡泡”，会随即又沉入到“虚无”中，而比较幸运的“泡泡”就可能成为各种经典的时空。他打比方说：“煮水时，会有很多泡泡，当然就有临界大小的泡泡了。”他随便加了一句说：“当然，‘虚无’中是没有水的。”

维连金认为，物理学法则不应该只描述“泡泡”出现后形成宇宙的过程，而应搞清“泡泡”是如何出现的以及为什么会出现。“‘泡泡’是按照物理规律而突然出现的。”一个下雨天，在他的办公室里，维连金对我说道。“物理规律是早就在那里存在的。”

“在哪儿？”我不禁问。

“在上帝的念头里。”

我不知道，“上帝的念头”是否同科尔曼称作“永恒”的自发的“虚无”是一回事儿呢？维连金的性格颇为冷峻，又很沉默寡言，不太可能会掉进一些虚张声势的愚蠢想法中。他接着对我说：“我们现有的物理法则都失去了意义。因为这些法则只是扎根于时间、空间、熵、能量、动量等概念中。一旦没有了时空，它们就没有了立足之地。”

我问他“虚无”是否就是终极对称。“思考这些东西，可以开发你的想像力。但是，我们还没达到完全理解这种理论的阶段。”他也承认，人们对于“虚无”的概念还不适应，“人们第一反应就是‘非科学’。”

他还指出，自己的理论并不是一个新的迷题，并提醒我说圣奥古斯丁在一篇有名的文章中就曾提问并回答了上帝创世之前在干什么的问题。“答案很简单，”维连金强调说，“上帝创造宇宙之前，没有时间的存在，所以没有‘以前’这个概念。所以问题等于白问。”

回到家中，我专门查阅了书，奥古斯丁回答那个问题之前，开了个玩笑说，上帝在创世之前忙着给那些问此类愚蠢问题的人建造地狱呢。

霍金好像不怕地狱。在80年代，他就正面开始为奥古斯丁的问题寻找答案了。媒体说他是“继爱因斯坦之后最伟大的科学家。”经常把他当成偶像人物。这对有些天才们来说似乎不公。因为那些如量子色动力学、大统一理论以及最新的混沌宇宙的教条等奇妙理论，不都是出自这些天才手中吗？但在某种意义上，霍金确实称得上是头发蓬乱的老爱因斯坦的衣钵传人。继爱因斯坦之后，还没有人像霍金这样，敢直言不讳，并用行动证明宇宙是可知的，即人类可以发现并理解统治宇宙的规律的。

霍金曾在《纽约时报周刊》上说：“人类的思想史就是试着去理解宇宙的历史。”

然而，在思索粒子物理学的终极统一理论时，他似乎不太兴奋。要解释宇宙或其他一些体系任何时候的状态，只了解物理规律还不够，还必须知道其初始状态，即物理学家们所说的“边界条件”。可以想一下落袋台球游戏。台桌上摆满台球。球弹起，滚动，沿着台边被击中，滚落下去等这些运动，都可以用牛顿的动量定律及能量定律来解释。但要想提前知道这些球会在哪里停止，就必须知道，游戏开始时这些球的状况：分别有1号、2号、3号球放在桌角，紧紧摆成三角形，8号球居于中央，母球沿着一定的方向，以一定的

速度，甚至带着旋转在绿台布上滚动。这种情况就是台球游戏的边界条件。

据霍金所知，宇宙论中宇宙的边界条件是“大爆炸”奇点。在引力的作用下，空间、时间以及我们所知的物理规律从“奇点”的状态中被挤压了出来。惠勒看来，在“奇点”这个词流行之前，人们肯定要作一大堆的乱糟糟的徒劳无功的测量。

霍金的大半生都花在研究奇点在黑洞中心的破坏作用上了。这个疯狂的宇宙奇点，产生了那么多毫无规律的可能性，很多物理学家就因为整天对付这些可能性，而想出了不可思议的人本原则。霍金曾戏称人本原则为“绝望中的忠告”。

霍金认为，如果宇宙学理论中没有对初始状态的解释——你也可以说是台球的初始局面——那么它就不为完整的理论。这种理论跟说“宇宙就是这个样子，因为它本来就是这个样子”没有两样，等于没做任何解释。

霍金有两条路可走。他可以直截了当地说宇宙就是如此，因为它是上帝创造的或奇点造就的，其存在是随机的、任意的。这样，物理学的任务也到头了。另外一条路，他可以大胆地走得更远。除了简单的描述外，要尽力去解释宇宙开端之时，为什么会是那个样子。霍金选择了第二条路。对简单描述的物理学他决不会满意。就像詹姆斯·邦德，眼前的东西总会失去吸引力。这样，他就得一直摸索前进，寻找那些规律与原理，即使尽头是一片黑暗。这也意味着要去大胆想像，想像着宇宙开端也是由某种更为强大的规律支配着的。

对霍金来说，如果排除宇宙（或上帝）的不可预见性，他不得不把奇点理论抛开（一口吞下去）。不过，他很乐意这样放弃。他推测，“大爆炸”之前所呈现的奇点，尽管相对来说比较温和，但是对一个可能是由规律所统治的宇宙来说，它还是太超乎常理了。奇点，就好比独裁统治，可以是慈善的，也会走向丑恶。如果时间之初，物理学规律就可能崩溃，那么以后的任何时候，任何地方都

可能崩溃。

那么他20年来一直研究的东西不就自相矛盾了？答案既肯定又否定。霍金是这样推理的：经典广义相对论解释说，一个地方物质过多，就会导致无限大密度，奇点就是由此而来的。量子引力理论至今尚未得到证实，但很多人都希望有一天它能够取代相对论。此理论中所讲的量子效应，也许可以阻止奇点的存在。这样一来，物理学规律就可在任何场合，甚至时间之初发挥作用了。

霍金称此为“无边界设想”，即宇宙的边界，无论最终是什么样，都会证明它是一种时空和物理规律消失其中的无边界无空间状态。宇宙到处是规则的，时刻是有规律的，“上帝”根本没有“干涉”的余地。

这并不是个愚蠢的假设。所谓的“大爆炸”奇点到底是怎样的一个狂暴的魔鬼？“一个驯服的魔鬼”，霍金仔细考虑了整个情形后说。费米园地宇宙论者都认为越早期的宇宙看起来就越简单、越平滑、越精细，而不是丑陋、狂暴。宇宙开始之初，就像微波背景一样平滑温和，各种力都是统一在一起的，粒子也不具有质量。也就是说，开始的时候，宇宙极为简单，而且按照霍金的“无边界设想”，这一切也并非是选择的结果。秩序统治着一切。但是“无边界设想”是否意味着宇宙根本没有开始呢？是，也不是。解决这个谜团的方法之一就是把时间认为是循环的。任何一个时刻都可能是时间的起点，如果你走到了某个时间的尽头你就是又回到了时间的起点。

1982年，在凡蒂冈举行了一次宇宙论会议。自从50年代早期，“大爆炸”就成为这里的正统理论了。而霍金在会上提到了自己的“无边界”问题。过后，他同教皇见面，教皇似乎只对“大爆炸”敏感，并十分赞赏现代宇宙论——也就是宇宙学论者们心中暗自得意的理论吧。他们从未想过跨出“大爆炸”理论一步，却还暗笑霍金的想法。霍金不禁对这些人也暗自嘲笑起来。

1982年末，霍金参加了在圣芭芭拉举行的一次宇宙学讨论会，

并同詹姆斯·哈特尔分到了一组。在剑桥大学时，哈特尔就同霍金一起研究过黑洞问题。哈特尔身材高大，偏胖，看起来有些虚弱，头顶也秃了，一副知识分子的模样，神情也十分冷漠。他也曾考虑过宇宙的量子起源问题。在惠勒及维连金只是开始谈论宇宙的量子波动时，他和霍金已经决定实际计算宇宙的波函数了。采用的就是玻尔及其同事60年前测算氢原子函数的方法。

从数学角度看，霍金的“无边界设想”在浅层面上，与爱因斯坦解决宇宙边界问题的方法很相似。因为爱因斯坦认为空间是弯曲的，“头尾”相连，所以没有“边界”。霍金与哈特尔的计算中，引用了一种数学的简便方法，叫“想像时间”。想像时间与真实时间的区别性特征就是在想像时间里，一个人可以回到从前，也可以走向未来。实验者可以把它当作又一维。如此，他们的宇宙模型就是四维球状的了。霍金在做报告时，总喜欢先让翻译者把这样一个四维球体画在黑板上。

尽管封闭性宇宙像“暴胀宇宙”一样要无限时间才能封闭，霍金和哈特尔还是设想量子宇宙是封闭的。他们的这个时空模型可比喻成地球的样子。地球上，从北极往南走的距离代表宇宙膨胀的时间，每个纬度带的面积代表宇宙的大小。从北向南走时，纬度带变宽，同样道理，宇宙膨胀越来越大。越过地球赤道后，纬度带开始变窄，同样，宇宙是开始收缩的。

北极的纬度为零，宇宙时间为零。在地理上的北极没有任何奇迹发生，而霍金—哈特尔模型中，也只是一个点了。规律从该点向周围延伸。要问“大爆炸”之前发生了什么，霍金说，就像问北极往北一英里发生了什么一样——什么都没有。“大爆炸”之前没有时间的存在。

还可以用原子做类比来打破“奇点”。按照经典的电子绕原子核旋转的理论，电子最终会正好进入到核子中，所有的原子最终会塌陷。但是塌陷事实上并没有发生，原子依旧很稳定。这可以用测不准原理来解释。测不准原理使电子的位置趋向模糊，电子离原子

核永远不会低于某一个距离。所以，同样道理，量子的模糊性可以使宇宙的聚集与塌陷趋势模糊，其密度永远不会达到无限大。宇宙在极小状态下跟一个电子差不多。因为零是一个非常确切的数值，所以根据测不准原理，宇宙永远不会是确切的零，而是非常非常接近。

从“大爆炸”的朴素性及平滑状态，哈特尔与霍金想到，宇宙可能是从这个模糊零点尽可能接近的状态中产生出来的。物理学家称之为“基态”。

为什么是有存在而不是虚无呢？那么，现在回答这个问题时我们就可以说，因为我们的宇宙是从接近“无”但非完全“无”的状态中诞生的。婴儿宇宙就如永恒的白云上的一声低语，又如一个轻吻，那么轻，那么细，甚至都吹不起一个小“泡泡”来。但是，出生后原本光滑平静的宇宙，却随时间的流逝，由于历史的沉淀而形成了团块，开始失去原来的秩序，而且更加复杂了。

霍金与哈特尔建立起一整套的宇宙量子力学，很类似于物理学家们应用于亚微观体系的量子力学。后者使用的波函数代表电子的所有可能的历史态，比如说从A点到B点的过程。而前者的波函数，描述的是宇宙演变过程。把各种可能的演变途径结合在一起后，波函数图上就会呈现出各种可能的几何图形。霍金一直都坚持量子理论中的多世界说。他认为，这些几何图形所代表的宇宙肯定是在某处存在的，而且这样的宇宙同样是量子效应的结果。

“这种理论非常大胆，”1983年霍金对《名利场》杂志的采访者这样说。

霍金的做事风格变了很多。几年来，每到一处做报告，他总爱一边用他那不利落的嘴片讲上45分钟，一边放幻灯片。有一次，像所有科学家一样，他竟也忘了带幻灯片，就让他的学生即席翻译并解释他的话。

霍金喜欢上了这种不用幻灯片的报告方式。这样更灵活，更好把握。他开始像喜剧演员一样培养自己把握报告节奏的能力。有时

会依时停顿一下，说上一些妙语。做结论时他会时不时转动一下轮椅，或稍加停顿。他走遍世界各地，宣讲的就是“北极以北无所谓‘北’”。

霍金开始量子宇宙论研究时，所知道的理论之理论的粒子说叫做“超引力”，是超对称的一个延伸。作为量子引力中的一个设想，超引力同其他设想一样，因其无限性与荒诞性在数学上行不通，而遭到否定。到1984年，一个更为奇异更为陌生的理论终于从20年的沉寂中脱颖而出。其本身没有超引力的无限性与荒诞性，因而像草原之火一样迅速燃遍理论物理学界。一些人打趣说，甚至很多媒体都报道说，它是涵盖一切的理论。

这就是“超弦”理论。它指出宇宙中基本的粒子并非点状的，而是振动的构成圆圈的“弦”。

从点到“弦”这么一个相对来说很小的变动，却给物理学带来了更加富丽堂皇的数学方法。其魅力不亚于坐在岩石上用迷人的歌声来引诱水手们的海妖。“弦”理论的开创者们，本来是用它解释为什么夸克从不单独出现的。夸克是“弦”的一端——剪断一根“弦”当然会出现两个端头，就是两个夸克了。回到70年代，当时，约翰·施瓦茨还是加州理工学院的一名年轻助理研究员。在量子色动力学成为解释夸克的主导理论后，施瓦茨仍旧不愿放弃“弦”的设想。他先后同好几个人合作——最近的一个是伦敦帝国学院的迈克尔·格林——把“弦”深入到了物理学中，不只是用来解释核子，而是解释所有的基本粒子。

施瓦茨在阿斯彭有一处房子，他每年夏天都在那里度过。1984年，施瓦茨等人的研究有了重大突破，可以证明自己的“超弦”理论在数学方法上行得通，没有异常性和无限性，可以解释量子引力，还可以解释自然界的其他一切力。粒子物理学家会偶尔在阿斯彭上演一出“卡巴莱”。在一年的演出中，盖尔曼站起来宣布自己已经发现了理论之理论。于是，由于早有准备，一群穿白衣服的人将他赶了出去。1984年，当施瓦茨真真切切地站起来宣布自己的理论时

也被人拖走了。在坐的物理学家哄堂大笑，但以后他们不会再笑施瓦茨了。

普林斯顿大学年轻物理学家埃德·威顿，才华横溢，头脑机智灵活，很富有传奇色彩。他很快成为“超弦”革命的带头人之一。他称“超弦”是不慎落到20世纪至21世纪的物理现象，但是可能要等到用22世纪的数学方法才能理解它。21世纪的人也许会这样看待宇宙：时空有十维，虽然，唉，我们的汽车只能停在其中的三维里。世界是由小的（如果“小”这个词能形容得了比几何图线还要小的存在体的话）“弦圈”组成的。这些弦圈如船板上的鳟鱼一样不停地翻滚扭动。“弦”前面加个“超”是因为宇宙学者钟爱的超对称粒子，自然地应包含于此“弦”理论中——至少原理上是这样。而实际中，却很难真正利用超弦理论，计算出任何真正的实体来。

超弦同宇宙弦不同。后者是内部有初始假真空能量的细小管状物，而前者没有内部结构，是不可缩小的，就像几何上的图线一样不能再细了。它既不是物质，又不是能量，也不是几何图线，而是可以萌发一切的根源。

你可以把所有基本粒子想像成上帝的十维吉他的音符。穿过阴冷孤独的宇宙，传给我们的星系与质子时代的，是八度音中最低的音符、笨拙的W粒子、Z粒子以及尚未发现的光微子，都属于这个低音带，这些粒子的质量可以忽略不计。接下来的八音度音符中，粒子质能将会上升19个音量阶。

理论上，这把吉他应有无数的八度音。要想听到下一个八度音中的最高音，物理学家们就得拨弄一根具有普朗克质能的“超弦”，即10^{21}千兆电子伏特。在80年代，最强力的粒子加速器也还差足足15个音量阶。上帝的粒子加速器充足了电，“超弦”的能量蓄势待发，只等时间裂开的一瞬了。在那黄金时刻中，自然的对称肯定比一枚千面钻石还要耀眼夺目。物理就是那一古老瞬间的遗物吧。

正如威顿在《发现》杂志上说的，“真是太美了，太神奇，太辉煌了——也许太怪异了，如果你愿意这样描述的话——但决不怪

诞。”威顿高高的个头，长着拳击手那样的弯鼻子。说话很中听，不过，嗓门可不低。为寻找能激发这一切壮美奇迹的原理，他花了不少心血。他猜想，真正被理解的弦理论可能比广义相对论，比时空论，甚至比量子理论还要深刻得多。

他十分自信，此理论可以彻底改变物理学本身。“任何恨自己没生逢1926年的人，”他指当时的量子革命，“现在又有机会了。”直到超弦掀起骚动后5年，他仍这样说。

超弦宇宙论不仅仍会是21世纪的议题，而且可以用来推测所谓的“奇点”中到底发生了什么。最初的超弦研究对宇宙论有两种意义。第一种比较细微（但也很有趣），即超弦理论可允许另一种绰号为“影物质”的东西存在。“影物质”有自己的一套粒子与力的体系，在宇宙中与常规物质共栖，它们也只有引力上的相互作用。“影物质可能就是暗物质。”科尔布、特纳以及费米实验室的博士后戴维·塞克尔三人，仓促合写一篇风格轻快的论文时，只用了三个小时，就在科尔布办公室的黑板上造出了这个术语。他们把论文送到施瓦茨那里。论文的标题位置上，歪歪扭扭地写着：当心黑暗面！

另一种意义可称是一个贡献，就是那些额外的维度。实际上，80年代中期，额外维度在物理学界就很流行了。最超前的超引力理论提到过十一维，并解释说，我们只所以对这些额外纬度没注意，因为这些维都卷缩在极小的球里了。球的直径只有一个普朗克长度，即10^{-33}厘米——这个概念是30年代由西奥多·卡卢察和弗朗兹·克莱因想出的。额外维度还有一种解释方法。可以把宇宙的每个点想像成一座巨型办公楼。寻找到点只是进了办公楼的前门。在里面找人，必须有一套新的坐标：比如，侧厅、楼层、房间号、冷水机后第三张桌，等等。

时空是怎样具有这种卷曲的性质的呢？这恐怕是物理学家们必须面对的最棘手，所让人头疼，并且好像是最属于21世纪的问题了。纯理论中的对称确定在时间之初的一瞬，所有的维都是同等的（都

很小，因为宇宙当时就是小的）。史前的宇宙，除了对称相继展开外，还有一个特征就是“超弦”，他们处于时空的大多数维度里，无限小地紧紧卷曲在一起。

每天早晨，施瓦茨（现在是施瓦茨教授了）先去加州理工学院体育馆里游泳，然后像一个刚做父亲的人一样红光满面地返回办公室，整理当天邮件中关于“超弦”的论文。有很多很有分量的名字——盖尔曼、温伯格、萨拉姆不断进入这一领域。施瓦茨本人虽然很久不涉足这个问题了，但始终关注着这些学者的学术动态。

有一个名字没在施瓦茨的视线里出现，就是哈佛聪明的理论家谢尔登·格拉肖。格拉肖曾是大统一理论的创建者之一。他认为，超弦理论家们只凭美感与奇妙的想像做研究，把实验抛得太远了。这等于抛弃了科学，这种做法无异于中世纪的经院哲学。无论是平常的谈话中还是在发表的文章中，格拉肖总会嘲笑超弦，并在《当代物理评论》上还发表了一篇文章，名为“绝望的超弦”。格拉肖一直预言说超弦的死期迫在眉睫了。而此时，施瓦茨把一份份报纸成扇形摆放在办公桌上，仔细检查每篇有关超弦的文章的日期，在上面作标记。看来，“超弦”仍旧生机勃勃。

另外一个名字则是人人都感兴趣的，那就是霍金。霍金会不会跳上超弦的“大彩车”上，加入到流行的行列中呢？霍金声色未露。霍金毕竟是霍金，他正在忙于一个更为古老的谜团——时间。

时间——这个谜团一直重压在霍金的心头，挥之不去。尽管爱因斯坦想把所有的维度都一并收拢在一个灵活多变的包裹里，但时间终归不同于其他维度。一个人可以上山，下山，可以从舞台左边走到右边，可以退居幕后。但在时间这一维上，只能朝一个方向走。时间一秒一秒增加——不会一秒一秒减少。霍金的疑问是，为什么我们有过去的回忆，而对未来毫不知晓？这也许是科学上最大胆最古老的问题了。也许只有霍金才胆敢去正面回答这个问题。时间实际上可分为两种，一种是物理方程式中的t，即随事件进展而流逝的钟表时间。给我足够的这种时间，我可以弄清楚宇宙的大小，可以

知道台球在轨道上的瞬间位置。这种时间好比某个方向。宇宙膨胀或收缩，球滚向前或滚向后，反物质的随时光倒流，都是这种情况。顺便说一下，反物质的提出者，是加州理工学院的物理学家理查德·范曼，他是惠勒的一个很了不起的学生，性格颇古怪。反物质的提出丝毫不损害广义相对论及电动力学的神圣性。

第二种时间叫“瞬间体验”。这种时间是赫拉克利特说出“一个人不可能两次踏进同一条河流”时，他脑中闪现的念头，是处于时间之中的体验。绍洛伊弟兄们把自己的摇滚乐队命名为panta rei，这个词在希腊语中就代表这种瞬间体验的思想。宇宙不停地变化，梦境在滚动，我们猛地打滑，身体往前倒，鼻子第一个触到浪尖上。

是什么让时间变成单行过道的呢？霍金同其他许多物理学家都认为是熵——物质趋于混乱的状态。时间的箭头指向的是混乱。茶杯从桌上落下，摔碎了，但不会自己恢复原样，跳回桌子上。“后来”就是茶杯碎的时间，就是曾经完美布局的台球散开的时间，就是黑洞变得更大了的时间。

我们的念头，即人心理的时间箭头也是只朝一个方向的，只记得过去而不知未来。

根据霍金推测，这并非是巧合。记忆或一些消息储存在大脑中或硅晶片中，都是要耗费能量的。而且，这些储存下来的信息会像热量一样慢慢消散。但只要有一定数量的信息储存，就有更大幅度的混乱产生，所以记忆的代价就是熵。熵定义了过去的混乱总比未来的要少，同热力学第二定律是一样的道理。混乱之所以随时间增加，是因为我们按照混乱的方向来计量时间的。“没有比这更稳操胜券的打赌了。”

但是有另外一个疑问，就是熵同最大的时间箭头——宇宙的膨胀有什么联系？宇宙随时间而变大，所以熵也是随时间而增加吗？那么宇宙收缩时情况如何？这就引入了量子宇宙论。霍金认为，自己或许已经在热力学第二定律上发现“罪证”了。他推断说，事物趋向混乱，因为宇宙是在变大。

这一切想法都来自于宇宙波函数给他的灵感。霍金、哈特尔及约翰·哈利韦尔（霍金的学生）三人的计算推测出时间开始于最平滑的一点，就好比地球上的北极点。随着时间的流逝，波函数越来越复杂，开始是起褶皱，后来由于出现了许多力的作用产生了星系等而变得丑陋起来。原本简单的一个尖峰信号，分解成一簇一簇的振动波，具有不同的波长，不同的振幅。随着宇宙的膨胀，这些波也开始膨胀，在不停的振动中产生了物质，生命也因此而复杂。他们认为，波的这种膨胀与分散实际上也是熵。熵开始时很微弱，后来就快速增加而产生了星系，有了可以拽住我们的引力。

在时间的另一极即"南极"会发生什么呢？在霍金的模型里，无论要经过多么无限长的时间，我们终究会跨越赤道朝"南极"前进。霍金的推理是，"南极"同"北极"一样平滑无比。宇宙在此点上又回到了神秘的"基态"中。也就是说，这种凌乱、散漫、复杂败坏的状态会卷缩成一个干净、简单、不声不响的小点，时间就此终结。

简单来说，一旦宇宙开始收缩，一旦我们跨越了"赤道"，熵也开始减少。用台球打比方的话，所有的球又都回到了原来各自的位置了，有些进袋的球甚至还要从袋里跳出来复位。在收缩宇宙中的物理系学生的口号将是"一切会更好。"

但是，人的心理却依然沮丧。霍金推测，物理系的学生也许是情况越来越好，但他们对此却会一无所知，因为他们正一点点丧失记忆。电脑会一边把热从空气中吸收进自己的电路里，一边内存在减少。在这样一个收缩的宇宙里，人们只会记得将来，时间一点点流逝，我们的记忆就一点点减少。所以我们看到的仍是杯子打破，冰管解冻，而不会是相反的情况。

1985年夏季，霍金周游世界，也可以说是在继续为自己寻找"奇点"。途中，他在费米实验室停留了一周。

科尔布和特纳负责陪伴他。在欧洲核子研究组织（CERN）时，霍金已失望了一次。所以这次他们费尽全力让他高兴。陪他参观了

实验室的各个角落。在两三年内，这里的实验人员将进行质子与反质子碰撞实验。上万亿伏特的质子与反质子碰撞，在分子物理学上产生的效果不亚于“大爆炸”的冲击。

霍金给费米实验室的全体人员做了一次专门的报告，把自己的科学访问推向了高潮。会议指定在费米实验室的地下报告厅举行。美国的粒子物理学家群英荟萃。人们一群群轰隆隆地从门厅走向地下室。但霍金无法下去，因为那儿没有斜坡，也没电梯。

特纳与科尔布两人面面相觑了片刻，特纳一把将霍金从轮椅上抱起来，沿着过道朝下面的舞台走去，科尔布则提起轮椅跟在后面。突然，周围全静了，特纳惊异于霍金是如此的轻。走了一半路，他突然又觉惊慌，意识到霍金最恨别人注意自己是残疾人了。

科尔布后来告诉记者，会上只有20来个人听懂霍金的报告。不过，第二天霍金还是到芝加哥做了一次公众报告会，受到了摇滚歌星一样的热烈欢迎。他毕竟是当世最有名气的科学家，频频成为报刊的封面人物。霍金的轮椅无论转到大街上还是校园里，都有人群追随。越战中退伍军人则坐在自己的轮椅上，举起拳头向他致意，高呼“你是对的！”在报告厅里坐满了人，很多只有站票的人都挤到外面去了，站在雨中听霍金的报告。施拉姆做了开场白，说霍金的职位曾是牛顿担任过的卢卡逊数学教授，然后还特意说了霍金的孩子们，说霍金能做的不仅是物理学。霍金脸唰地一下红了。

“刚才他们说我坐的是牛顿的位子，”霍金一开始就来了句妙语，“不过，这把椅子是改过了的。”在舞台的聚光灯照明圈里，他灵活地将轮椅滚来滚去，从远处看，他是那么瘦弱。“这样说来，”他向观众发问，“是因为我们能记住过去而记不住未来吗？”在报告的结尾，霍金指出，如果宇宙收缩时时光可以倒转，那么黑洞内部塌缩时，他应是倒转的。“如果有人真想知道我说的对不对，他可以跳进黑洞里去亲身体验了。”台下是雷鸣般的笑声。

时光能倒转的概念比黑洞爆炸更好一些，但也更有争议。这同霍金其他的出色研究一样，来自于最神秘的、最大胆的推测。这是

许多繁忙的物理学家所没有勇气去做的。

唐·佩奇似乎并不同意时光会随宇宙收缩而倒流的观点。唐·佩奇是霍金的一个老朋友，在剑桥大学读过博士后，在研究爆炸的黑洞的那段日子里，帮着霍金照顾家人。佩奇圆脸，高个，现在宾夕法尼亚州工作，自称是一个新教徒。他跟其他与霍金十分熟悉的人一样，对霍金的观点没有太多的敬畏。1985年，佩奇到剑桥大学去度假，同霍金争论时间和熵的问题。

代表宇宙一切事物的包状波团会最终结合到一起，对此，佩奇没有异议。但是，佩奇还认为，这些波合到一起时，能量比初始要大。因为它们膨胀时，即在宇宙中到处撞击时产生了更多的热量。佩奇同意各个包状波团随时间先变大又变小的说法，但是他认为总会有新的、能量更大的包状波团会不断产生。

"就像往空中射箭一样，射的速度不断加快，"佩奇讲道，"回缩的宇宙好比正往下落的箭，但是后面有更多的箭飞来。这很微妙，如果你只盯着一支箭瞧，根本看不到事情的真面目。"

他推测，宇宙的终结与开始不会是一个样子，即使到了宇宙的垂暮之年，混乱还是会不断增加。可以说，我们走向自己最终的家园时，仍能记住过去，仍能怀念宇宙膨胀时代的辉煌。

佩奇与霍金同时在《物理评论》上发表了观点相对的文章。在霍金的帮助下，佩奇首先完成了自己的论文。然后停一段时间，等霍金也完成后两人一起发表。两篇文章露面时，霍金的文章放在前面，结尾时霍金指出佩奇有一些很有趣的观点，或许是对的。

8月份，霍金再一次参观了欧洲核子研究组织。停留期间，得了肺炎。这对有肌萎缩性侧索硬化（ALS）的人来说是最危险不过的，说不定什么时候肺就会闭上。他被匆匆送回英格兰时，肺部已充满了液体。

医生给他做了气管切开手术，直接将一呼吸管通过脖颈插到了气管中，以便由机器帮助呼吸。很快，物理学界都知道了霍金不久人世的消息。他曾两次停止呼吸，用护士的话说，"他死过两次。"

但霍金却挺过来了，肺部完全清理干净了。可是因为气管切开手术，他永远不能讲话了。沉默的霍金情绪十分低落。有一段时间，他同别人惟一的交流方式就是眨眼睛。佩奇说，霍金有生以来第一次失去了前进的勇气。

如果这种事情早几年发生，霍金的事业甚至生命从此就终结了。但现在不同。加州森尼韦尔一个叫“助语”（SPEECH PLUS）的公司专门为霍金这样的病人生产由电脑控制的声音合成机。次年1月份，霍金配上了声音合成机，就安装在轮椅上，他只需两个手指就能控制了。霍金成了与IBM和谐共存者。我与哈特尔谈论此事时，哈特尔如释负重地叹了一口气，说霍金用这种方式讲话，他终于能懂霍金所讲的东西了。看来，塞翁失马，焉知非福。

1986年春天，诺贝尔学院邀请几位精英物理学家参加关于超弦的研讨会。霍金出席并发了言，讲的当然是量子宇宙论。在场的人都不知将要听到什么样的声音，而霍金一开始就用声音合成机说：“请大家谅解，我用的是美语口音。”

霍金又来到了“风城”芝加哥，参加相当于12月份“得克萨斯研讨会”的一次会议。记得12月份那次，由性格开朗的施拉姆主持，会议最后大家都美美享受了一顿大宴。现在霍金一出门就是小队人马：有3个护士，一个助理轮流照看他。

霍金的声音合成机改变了一些科学家对他的态度。以前，出于敬畏，他们总是离他远远的，而现在，霍金出现在公共场合时，就会有比他年纪小的物理学家围在他身边，就像一群少年赞美一辆新车。霍金也乐于炫耀自己的新玩意儿。

合成机安装在轮椅的臂上，有一个液晶显示器，显示器屏幕上方中部是一个游标，不断指示着一连串的单词、字母、标点和编辑命令。只要用手击一个按纽，霍金就可选择出任何需要的单词或命令。在屏幕的下部会显示出他要说的话。做完这一切，可以用声音合成机转换成声音，或干脆就让想提问的人读上面的文字。很多人会站在他身后，看他编辑话语。电脑程序词汇是2 300个。也许，在

霍金学着用它们搭配词组时，“黑”会经常出现在“洞”的前面吧。

霍金的这种便携声音合成机，似乎还带有一种俄语口音，在正式的场合，他又会使用IBM电脑输出的带“r”颤音的苏格兰口音。他把讲话提前输进IBM电脑贮存起来，他就成为继尼克松以来言语记录最完整的人了。

在前年的一次关于时间的惊人演讲中，霍金向众人展示了，自己知错勇改的优点。1974年的时候，在他报告中间，出现了一个小插曲。因为他亲手证实了贝肯斯泰因理论的正确性，所以就放了一张幻灯片，上面写着：我是错的。这次，在芝加哥他展现的优点又突现出来了。他又一次承认自己的错误，收回了宇宙收缩时间会倒转及混乱会减少的说法。

他说，要问为什么随着宇宙的膨胀混乱会增加，等于是问为什么我们生活在一个所有时间箭头都重合的处于膨胀阶段的宇宙，而不是收缩阶段的宇宙。回答这个问题，他借助了老生常谈的人本原则，即宇宙成为现在的宇宙，因为宇宙必须利于生命的存在。

霍金认为，“暴胀”表明宇宙是浩瀚无边的，所以宇宙必须经过无数的亿万年才能达到中界线并开始收缩。但到那时，所有的恒星都已经燃尽，所有的黑洞也已经消失，所有的中子都已衰变。生命的源物质几乎不复存在了。这种人本原则并不太受欢迎。霍金用此理论解释宇宙，无疑惹恼了在场的几个资格更深的宇宙学论者（他们不愿在此透露姓名）。后来，在宾馆卧室里，我提到这一点，霍金没一点悔意。“我一直想知道宇宙的来源，”他庄重地说，“其他人也应该是同我一样的。但是，没有大胆超前的猜想，就不会有进步。”

我们的对话当然很缓慢。我问完一个问题，就得等上一两分钟，听他敲击按纽的声音，等待着他会给我详尽一些的实实在在的回答。霍金在编辑话语时从不出错，从不涂改。也许用过文字处理机的人会意识到这是多么了不起的事情。或许因为讲话时不需动用面部表情，现在的霍金看起来比以前从容多了。另一方面，他又失去了以

前爱打趣开玩笑的习惯。

我不解地问他，为什么在一座城市里提出时间倒流的概念而后又在同一城市里否定它呢？“人们应该多在公开场合承认错误，”他答道。“因为许多人根本不读《物理评论》，我自己就没读过。”

最后，我提出了一直想问霍金的问题：我们死后将去向何方？真有奇点吗？有人能见证那些眼花缭乱的几何空间吗？有那样一个可以走出琐碎凌乱的推测，走出干瘪的公式法则，走出死气沉沉的论点的门洞吗？20年前，我们曾恐惧奇点，因为它们可能是宇宙的破坏者。然而，霍金将奇点封到了门外。曾经的“奇点”，现在只是一个无限趋近零但永远都不是零的东西。霍金曾提出，宇宙中只有本质的规律，宇宙本身是规律的“监察官”，所以，真正提问时，我用了一种最中性、最不掺感情的语言：当宇宙半径为零时，或者我们到黑洞底端时，将会如何？我们会在哪里？成什么样子？我们的未来是否存在一个戴小丑面具的嬉皮杀手呢？

但是我那种想得到确切答案的恳切之心总得不到满足。他回答说：是，也不是。“在数学的积分计算中，没有奇点，”霍金用带点俄语味儿的口音回答，“但是，在用经典的波函数方法解决时，是有奇点的。”听完后，我又感觉到在电梯上他的轮椅碾在我脚上的难受滋味。他说，经典时空理论的失败并不等于物理学的破灭。看来，问题的最终答案还在前方的量子引力的阴影里潜藏着呢。物理学还没走到那一步，霍金本人也没打算好去闯一闯吧。

1987年春天，量子宇宙学已经逐渐成熟，终于在费米实验室有资格举办了一场专门的研讨会。包括霍金与泽利多维奇在内的一群超弦理论家和宇宙论学者赶来参加这个周末会议。

泽利多维奇被特许公开讲述了俄国乌克兰的切尔诺贝利核电站事故。为此事故，一个残暴的上司已经丢掉了官职。后来，泽利多维奇本人到了美国，留在华盛顿的国家科学院，成为科学院的正式成员，并被授予了奖章。

东部沿海的一半宇宙论学者都听了泽利多维奇的报告，报告会

后，大家聚在一个十字路口广场上搭建的凉亭里吃午餐。在场的有惠勒、施拉姆——他是开着自己的飞机从芝加哥赶来的，还有从加州来的索恩。泽利多维奇在多次莫斯科会议上见过其中一些人。但其他的完全陌生。因CFA研究而名声大震的盖勒上前向泽利多维奇介绍自己，泽利多维奇的眼神像看其他陌生人一样冰冷、茫然。弄得盖勒颇为难堪。

在普林斯顿教过盖勒的奥斯特里科教授，公文包里恰巧有一份带有室女—后发座小人的红移图，看到了这个尴尬场面，就赶忙拿出图纸，指着底上的“M·盖勒”给泽利多维奇看。

疑团终于解开了。泽利多维奇猛拍了脑门一下，显现出既惊愕又兴奋的样子。

站在一旁的鲁宾则说，泽利多维奇之所以不知道盖勒，是因为他压根儿没想到“M·盖勒”会是一位女性。

听完鲁宾的话，泽利多维奇笑了，他眨眨眼睛对鲁宾说：“哦，你肯定是女权主义者了。”

在这场量子宇宙论的会议上，超弦理论家与天体物理宇宙论者之间的分歧，甚至在饭桌上都体现出来了。他们各凑一堆。晚上，前一派物理学家都聚到了克里斯·希尔的房子里，而后一派，包括霍金和泽利多维奇都到科尔布那里去了。

在科尔布的屋子里，泽利多维奇向大家展示俄国人开酒瓶的方法：先把酒瓶底往墙壁上用力撞击几下，这样瓶子中汇集的力，就会把塞子向外推出一点。然后，用牙咬着塞子，猛地一拉就开了。不过，这种方法更适合廉价酒。最后，泽利多维奇还把一伙人拉到夜总会去跳舞了。

一天，泽利多维奇与施拉姆抽空溜出研讨会。泽利多维奇从国家科学院那里拿到了一些钱，想去逛商店，为自己妻子买了枚钻戒后，去看电脑配件。泽利多维奇的电脑是COMMODORE的或是什么ATARI的，施拉姆也记不大清楚了。他们俩跑遍了电脑店，还是没找到想要的那种。

最后，还是施拉姆想出，到哪儿可以找到这个东方最伟大的宇宙论学者想要的电脑：就是去“我们的玩具店”(TOYS “Я” US)。

这次科学会议让泽利多维奇实在有些泄气。会议者对量子原则还像神学一样阐释，对微观物理学还停留在普朗克时代，都无可救药地脱离了实验。就像惠勒几年前提到的，量子原则，简直成了宇宙学论者研究宇宙起源所必引用的魅力十足的统帅了。测不准原理排除了“虚无”假说，这一点宇宙学论者都同意。但是，宇宙是如何演化的，宇宙规律是一成不变还是像天气一样无常？回答这些问题还有待努力。而关于这次会议的描述，使会议像是使用拉丁语进行的一样难以理解。泽利多维奇一遍又一遍地问，“我能测量什么呢？”这个提高不仅代表着他自己，还代表所有在场的有直感且顽固的中坚学者们。

四

最后一位绅士

不幸的重担不能不肩负，
感情是我们的惟一言语，
年老的人已经忍受一切，
后人只有抚陈迹而叹息。

——莎士比亚

21

流落的桑德奇

对于量子波动及“暴胀”宇宙诸多奇思妙想的宇宙模型，桑德奇丝毫没有兴趣。可是，他的同事们却正为此而着迷。

“何谓超弦？”他问我。“你能说出它是什么吗？什么又是破裂的对称？”他声音里带着嘲弄，从摆着鸡尾酒的小桌对面，抑扬顿挫地传到我这边来。

“虚无的本质又是什么？那种论调有何意义？只不过是夸夸其谈，摆弄官腔，让人费尽脑汁也甭想弄懂罢了。说什么虚无的本质，无稽之谈。说什么宇宙从虚无中自发产生？他们竟认为零能量可以产生一切！认为把正负能量两相结合、抵消，得到零能量，然后一切就可开始。这只不过是寻章摘句，给自己挣钱好养家糊口罢了！”桑德奇皱起眉头，思索着自己刚才说的话，然后喃喃自语说，“不公平。太不公平了。”

“这样说来，就意味着有虚粒子可以存在，又可以消失了。这种东西我也能编能讲，可是我不懂什么意思呀！那些《自然》杂志，那类大众书，看得越多，这种话，我就能讲得越动听，自己却是越来越糊涂。他们说得很迷人，可是，我看来，一点实质问题都没抓住。我认为，宇宙探索中存在的是一个无法跨越的哲学上的障碍。许多真正的问题是在科学领域之外的。”

“你相信大统一理论吗？”他又问我。“你相信！因为你敬重的人都在对你宣讲这种东西。你被它的完美迷惑了。它太美了，怎么能不是真的呢？！这是一条可取之路，爱因斯坦就是这么说的！”

"就因为它像上帝存在说一样优美动听，一样让你知道了许多东西，你才像相信上帝一样崇信它吗？它只是一种假设，必须要经过检验。你还是有丢弃它的一天的。"

我斗胆插了一句，说不明白他干吗提到上帝的存在。

桑德奇十分坦然地看了我一眼，"那我也不明白他们说的大统一理论，还有破裂的对称指什么。何谓破裂的对称？"

我又很笨拙地插了一句说，那只不过是一个完美原理的完美的现实反映罢了。

"就像谈恋爱。"他淡淡地自语。又突然对我说："别这样看着我，是在蔑视我吗？"

窗外，一张破旧不堪早已丢弃不用的排球网在风中摇摇摆摆。已经是11月了。狂风卷着沙粒，卷起太平洋的波浪，敲打着"海狮"餐吧的橱窗。这是一家饭馆加酒吧的好去处，坐落在圣地亚哥北部的一个海滩上。还没到午饭时间，只有稀稀拉拉几个人。工作人员点上了蜡烛，正在喝巧克力热饮。

桑德奇靠窗坐着，喝着一杯茶色发红的曼哈顿酒。他上身套着毛衣，下身牛仔裤，脚上一双擦得发亮的平底便鞋。一缕灰白的头发贴在脑门上。他眼睛闪着亮光，但很快又冷淡了，脸色也沉了下来。他低声说道："人是应知道何时该离开，何时该放弃。"

几年来，桑德奇一直闷闷不乐于别人对他研究哈勃常数说三道四。最近发生的事情又使他雪上加霜。桑德奇感到，威尔逊山天文台，这个当年如瓦尔哈拉一样英雄会集，十步之内必有君子的地方，正在衰竭消亡。

自从60年代以来，威尔逊山天文台与加州理工学院的合作的衰亡征兆就已经出现。也就是在那个时候，威尔逊山天文台的所有者——卡内基研究院，为了寻求开发南半球相对荒芜的天空，曾建议在拉斯堪帕纳斯建造一座天文台。这个地方就在智利境内安第斯山脉的丘陵地带上，干燥，安静，而又隐蔽。但是加州理工学院因为担心卷入南美的政治风暴拒绝了此项建议。卡内基研究院只好孤身

行动。1977年，一架直径100英寸的杜邦望远镜终于在那里安家落户了。这是一架反射望远镜，制作极其精密，视野又十分开阔。但是，臭名昭著的智利独裁者奥古斯都·皮诺切特·乌加特却参与了此天文台的建造。

1979年施米特当上了黑尔天文台的联合总监。接下来，又一桩天文台风波，使卡内基与加州理工学院之间本来就纠缠不清的矛盾，在施米特看来，更是无可挽回。施米特就解散了两者之间的联合，自己不久也下了台。加州理工学院方面留有帕落马尔及大熊星座太阳天文台，卡内基一方则掌管自己的威尔逊山天文台和拉斯堪帕纳斯。威尔逊天文台在观测时间分配委员会还留其代表权，但是委员会已经分交了那架200英寸望远镜的掌管权，威尔逊山工作人员只能有这架望远镜在科学观测上的使用权，而不再是拥有者了。

不再拥有世界最大的望远镜！对卡内基研究院来说，可是75年来头一次！“阿伦·桑德奇肯定不会理我了。”在威尔逊山的一天晚上，施米特对我说。的确，桑德奇没再理过他。

桑德奇曾经发誓再也不去帕洛马尔了。说自己已经把它从头脑中完全抹去了。“太有意思了，”他说，“我的灵魂告诉我，我从没去过那里，可是我妻子却说：‘阿伦呀，你可是在那里度过了整整25年的夜晚啊。’”

两者之间联合的解散对卡内基来说 ，能想像的好处就是可以让出资源从事在拉斯堪帕纳斯的项目。然而60年代早期的经济萧条让这些资源受挫不少。于是，就有人传说，要关闭威尔逊山天文台了。还有人提出，威尔逊的仪器设备太过陈旧，重新修理配置造价又极高，而且从洛杉矶传来的灯光会阻碍外层空间的观测。

与此同时，在诸如以计算机控制的镜片配置等新技术的推动下，一些望远镜的设计工作已经开始在世界各地的天文台进行了。这些新型望远镜，甚至可以使长期以来在天文界称为“珠穆朗玛峰”的200英寸望远镜相形见绌。加州大学正准备筹集资金建造一个直径

10米、分割式镜片的反射望远镜。[1]但在当时状况下，所能提供的最大镜片也只有8米，即320英寸。这也是亚里桑那大学的旋转熔炉所能炼出的最大镜片了。在80年代中期以前，各个天文台为了造8米直径的望远镜，不是独自排队在那里等，就是与别的天文台联手建造。欧洲南方天文台，这个天文界中相当于欧洲核子组织的机构将在安第斯山脉基地上架设四架8米直径的望远镜。

还有一个迹象表明天文界的秩序正在发生新变化。美国国家航空和宇宙航行局在最近要发射一台哈勃空间望远镜。天文学者们对此正拭目以待。除了帕洛马尔的巨型望远镜外，实在没有可以让他们欣喜的仪器了。这台空间望远镜直径只有94英寸——同设计中的望远镜比简直是侏儒了——但是，它在大气层上方绕地工作，没有模糊气层的阻碍，具有前所未闻的高分辨能力。与200英寸相比，可以辨清暗50倍的恒星或星系。它能对遥远星系的星系核进行分析，能拍下高清晰度照片，可与从宇宙飞船上拍下的相媲美，并且可以测定远到室女座星云的造父变星。这台哈勃望远镜原定于1986年发射，耗资10亿美元以上，并且需要千万个电脑软件之类的东西，来进行操作控制。他们还在霍普金斯学院内建立了空间望远镜科研所。前哈佛X射线天文学者贾科尼担任主帅，调集250人的工作队伍对此望远镜进行操控。当然霍普金斯学院也不是傻瓜，从中他们自己的天体物理学者又多了一倍。

桑德奇感到，威尔逊山的工作者，尤其是年轻的一代，十分渴羡大型望远镜。造仪器的舍希特曼就是如此。还有艾伦·德雷斯勒，他曾在圣克鲁斯的费伯门下读书，长得瘦瘦的，一头卷发，橄榄色皮肤，举止稳重而又细致。这种渴羡对他们冲击不小。因为只有拥

①到此书即将完毕之时，这项加州大学与加州理工学院的合作工程也已经接近完工。地点在夏威夷的冒纳凯阿火山之巅，就是著名的凯克望远镜。加州大学曾接受了拜·阿诺——保险业巨头遗孀临终3 800万美元的捐助。但这些还不够建造整个天文台，于是他们邀请了加州理工学院一起参与募款。从该学院毕业同时又是董事会成员的霍华德 凯克——“超级石油”创始人的儿子——从父亲基金会里又拿出了7 000万美元。

有自己的一台巨型望远镜，他们才能继续探测原始星系，才能深入红移研究，惟有此，也才能描绘出宇宙大尺度结构的轮廓。

有一段时间桑德奇把德雷斯勒当做自己的新门生。在天文界这件事一直流传。有故事讲道，一天晚上，桑德奇同一年轻天文学者呆在威尔逊山上，一直称这个年轻人为“我的门生”。弄得旁边的人都为这个年轻人恼火了。桑德奇当时的理由是，“我是哈勃的学生，他就是我的学生了。”

听人讲这件事的时候，德雷斯勒也在场。他不无尴尬地承认，自己就是所说的那个“门生”。他曾经劝说桑德奇使用高强度电视显像管这样的新技术，而不要再用什么胶版底片之类的东西了。

一天晚上，在下山的路上，大家又谈到了卡内基的惨淡困境。该怎么办呢?

德雷斯勒认为，也许应该关闭威尔逊。谈话因此而结束，他们之间的友谊也告终了。德雷斯勒回忆起当时桑德奇的反应：年轻人不应掺和这些事，德雷斯勒说这样的话太自以为是了，太放肆了。后来，他们都默不作声，各自回家了。

对于威尔逊过时的说法，桑德奇颇为痛恶。实际上，根据美国天文学会一个委员会的确定，威尔逊仍是观测星球的一个极好基地。由于逆温造成洛杉矶上空笼罩着浓雾，使得从威尔逊观察到的天文图像清晰而稳定。桑德奇不满地说，人人都想搞宇宙论，却没有恒星天文学者，那些年轻人也只是盲目往宇宙研究前沿蜂拥而上，只是想着在那个还未开发的南半球基地上立起一个巨大无比的望远镜。他们当然恨不得关闭威尔逊了。但是这里可是直径100英寸的胡克望远镜的老家呀，曾经用它发现了多少宇宙奥秘呀!

桑德奇一直使用这架望远镜观测银河系光圈内的恒星，就像一个球队的后卫一样保护该天文台。也曾有大众天文团体为它呼吁，还有一些业余爱好者在《洛杉矶时报》上写了一些鼓舞人心却又有些误导的社论，想把这架望远镜对公众开放，以观看哈雷彗星。美国天文学会对此也有若干报告。但是威尔逊的转让工作始终难以令

人满意。1985年7月，威尔逊山天文台终于关闭了。与此同时，有消息传来说卡内基学院筹到资金并同霍普金斯学院合伙在智利安装了一架直径8米的望远镜。

由于桑德奇对威尔逊天文台的竭力维护，无形中同那些年轻一代如德雷斯勒、舍希特曼等人的关系出现了危机。同卡内基管理部门也矛盾重重。他的生活日渐暗淡。从一份报告中，他还了解到他的观测员要被调走。而他的摄影助手——没有这个助手，他就无法完成制出沙普利—阿梅斯1 300个星系摄影图册的梦想——也见风使舵，溜到空间望远镜科研所工作去了。

而整个圣芭芭拉大街也像桑德奇的情绪一样一团糟。但具有讽刺意味的是，桑德奇仍在写出大量的论文，例如，他和塔姆曼摄影、绘图，把室女座星团的整个内部情况进行分类整理。“阿伦·桑德奇如此贯注于研究，真是令人难以置信。”伦纳德·塞尔赞叹道。“他真是个神奇的科学家，他完全投入到工作中去了。一个充满激情的人。他的论文频频刊载，我感到，他还是以前的桑德奇。他搞科研的状态还是那么好。这一点深深打动了我。”英国籍的塞尔是分光镜分析学家，已到中年。桑德奇对他曾经十分蔑视，因为在一次是否要关闭威尔逊的讨论会上，塞尔曾说过“过去是一个负担”的话，并解释说，要从长远考虑，不能被感情左右来决定威尔逊天文台的命运。感情用事，就要付出代价。事实摆在面前，塞尔说，“迷恋于直径100英寸的望远镜，就别指望走在科学前沿。”

不久，桑德奇在威尔逊就剩下惟一的朋友，也是最不像朋友的人——阿普。由于类星体问题，他们已经半年多不说话了。

桑德奇回忆，一天，他环视一下四周，然后对阿普说：“在这里，你是我惟一可以倾诉的人。”他们两个虽然长时间不说话，但他们知道他们一直是好朋友。

60年代以来，阿普一直认真收集一些新的、无法证实的星系和类星体的资料。那些天体处于一种可疑的模式中，看起来并不在它们红移所指示的距离内。阿普认为自己已经收集到了大量的所谓异

常红移资料，足以推翻常规的“大爆炸”宇宙论。但是，支持他的只有个别人，在那个不会再扩大的支持圈外，他完全被忽视了。大部分天文学者认为，阿普的结果只是巧合而已。

阿普说，如果在昔日，帕落马尔—威尔逊天文台的资深工作者可以指望每年在200英寸的望远镜旁，花上若干个夜晚来证明他的结果。但是，那个时代已经结束。威尔逊就在阿普的眼皮底下关闭了。没有了充裕的观测时间，阿普无法让自己的理论起死回生。他向观测时间分配委员会要求观测时间却被拒绝。根据一封无意中泄露的信件，媒体得知，阿普的研究太缺乏成果、太空洞。阿普只获得在拉斯堪帕纳斯100英寸望远镜上的工作时间，他接受下来，去了智利。但他的感情已经受到伤害。

第二年，阿普没有递交任何请求书。他觉得那只是形式而已，每个人都已经知道了他要研究什么。但是，他这样做，好比自杀，很自然，他没再得到任何观测时间。接下来的纷扰中，只有桑德奇同他站在一起。

阿普休了年假，躲到慕尼黑附近、专为天体物理学者们准备的马克斯·普朗克研究所去了。那里，欧洲传统的宽容，对于古怪的美国人来说，无疑是一剂安慰药。摆在阿普前面的有两条路：要么两年之后返回原工作岗位，要么就辞去在威尔逊的职位。阿普决定提前退休，移居国外，成了宇宙学界的流亡者。

“我对整件事情很痛心疾首，”我到慕尼黑拜访他时，他这样说道。“卡内基学院的一个独特魅力就在于有能力接纳并乐意去证明新观点，它过去一直是个避风港。”说到这里，阿普的声音变得低沉了。他已经年过花甲，看起来还是精神抖擞，脸上蓄着击剑手模样的胡须，但他已经疲倦于那种你争我夺拼命维护自己的游戏了。接下来，他滔滔不绝地说出一串宇宙中的异常现象：类星体红移方式很可疑，有些红移不同的星系之间，似乎还有联系。他还拿出他的同事们从未替他发表的红移资料数据。阿普推断，类星体是古老星系中心产生的新星系的星系核，后来喷射了出去。星系的产生就

像变形虫一样，很早以前，亚美尼亚人安巴尔楚米扬，也提过类似的设想。阿普看来，自己工作不顺利，是因为同事们故意合伙冷淡他，能证明自己理论的证据，也已经被埋藏进别人的文件柜里了。“他们坚持说我错了，要把我逼到绝路，这简直是耻辱！”阿普忿忿地说。

大部分人都认为，阿普是自己固执性格的牺牲品。为了让前进的车轮转动，必须有人舍身其下。每每出现一个像施瓦茨、格林这样能撼动物理学大树的人，就会伴随着一百个阿普这样的不幸者，痛苦地坐在慕尼黑的寓所里，像阿基米德一样，渴求寻找一个立脚之地，以能够推翻这个地球。情绪好的时候，阿普还是会不停地宣扬自己的预言：“会有一个飞跃改变整个天文学秩序，虽然我不知什么时候，但迟早会有那一天。”

他的公寓就在慕尼黑的学生居住区，房间内陈设简单朴素。一天晚上，我们在他屋子里正吃着蛋糕，阿普突然一脸迷惑地问，再继续自己的研究是否还有意义。会有人注意他吗？“他们还需要我吗？”他感到误入歧途的天文界，也许永远不会返归正道了。“也许每个领域都要经历大起大落，天文学就正处于低谷吧。”哥白尼的“日心说”不就是在一百年后，才战胜教会得到人们的普遍接受吗？如果天文学从现今的错误中挣脱出来也需要一百年的话，那时人们是不是早已将他遗忘？这又将如何呢？

他回忆起不久前，自己刚读过一本很流行的宇宙论方面的书。当时，认为那本书颇有权威性，而后，又不由得疑惑书上讲的是否都是错的。

阿普做了个鬼脸，房间的气氛缓和了一下。突然，他清了清嗓子，仿佛记起了什么。“我当时是拍拍自己的脑门，告诉自己，书上说的是错的！”在包豪斯式的阳台外，烟花照亮了慕尼黑的夜空。阿普举起两岁的女儿，放到自己肩头，出去看烟花了。

1985年夏天的一个黄昏。在圣芭芭拉办公室后面的停车场上，沥青路面被白天的太阳晒得软软的。桑德奇站在那里，眉头紧皱。

旁边还有几个天文工作者。他们一声不响地看着工人们，从大楼的地下室里拖出公文柜，这些东西是要装上卡车，运到（加州大学洛杉矶分校UCLA）的。公文柜里装着发黄变旧的信封，信封里都是天文工作者们在威尔逊山上收集的太阳活动的重要记录，还有照片和太阳光谱的玻璃底片。黑尔，威尔逊天文台的创始人，曾是研究太阳活动的天文学家，而威尔逊的第一台永久性望远镜也是用来观测太阳的。太阳天文学曾经是威尔逊山的首要研究的项目，如今，大量的资料却被人拉走了。在这场令人丧气的送行仪式中，威尔逊天文台的总监乔治·普雷斯顿发现了一道彩虹，并且又指了出来。这让桑德奇更为懊恼。

桑德奇发现自己与自己的地位越来越相差千里。他开始零零星星出现在一些会议上，想渐渐回到人堆里，同旧的战友甚至那些老对头勾肩搭背。尽管桑德奇所做的工作同星座一样，是那些人研究生命的一部分，但是有些人竟认不出他来了。

他兴冲冲地告诉我，1985年初，在塔克森的一次宣读阿伦森的长篇大论的报告的会议上，他听到自己前面三个人议论道："你听说桑德奇了吗？"

"没有，怎么了？"

"他蓄了大胡子，去再生浸礼教当牧师了。"

桑德奇决定去休年假，去看看帕萨迪纳外面的世界。1985年8月末，他把一辆大众野营车开到了圣芭芭拉办公室的后门。从橡木装饰的办公室里收拾出一些必需品来：一罐牛粪防护剂、一架老式的肉眼星等测量仪——上面还挂着一瓣蒜，另外还有书籍、论文稿、巨幅的星系照片——照片上作着标记，跟外科医师的X-光分析图差不多。一切收拾好，他穿过铺着地毯的门厅，经过一幅幅照片：有宇宙学的鼻祖，有威尔逊的英雄，有他的良师。桑德奇把那些东西运到大众车上，就驱车向南进了高速路。

第一站是加州大学圣地亚哥分校。那里有玛格丽特和丈夫杰弗里。玛格丽特是"天体物理和空间科学中心"的总监，而杰弗里从

基特峰国家天文台的总监位置退休后同妻子呆在一起。桑德奇说，如果没有别的事情可做，自己最渴望的就是与杰弗里喝上一杯。他在拉霍亚的海滩附近的大学校园里租了一所房子。每周独自生活，并暂借了一间办公室工作。周末则要回到帕萨迪纳与妻子团聚。

那时他称已经忘了自己曾是宇宙论学者了。"你也许记得1956年那会儿，赫马森和梅奥尔的这个巨大的红移目录。星等是我测出来的，他们就把我的名字也印在那篇论文上了。那是一篇研究1938年以来利克和威尔逊山星体红移的论文。沙普利—阿梅斯星系群中只有约38%的星系有红移。这让我产生的一种责任感。赫马森退休后，我觉得自己得完成哈勃分类，于是就制出了那张哈勃图册。接下来，觉得自己要把红移情况给搞清，而后呢，想着完成哈勃图的扩充任务，再下去，就是要校正造父变星了。"

"我并不关心什么宇宙论。我只是强迫自己完成威尔逊山上未完的项目。有人说我是宇宙论者，其实真正的我是搞星体研究的。"

"去他的宇宙论！宇宙论能搞出什么名堂来？结果只是哀怨、指责。也好，这样——"他后面的话说的很快，好像不太让人信服："这样可以让灵魂更坚强。"

"宇宙论只会让人背上自负的包袱。"他严肃地说，然后声音放柔和了一些，但很漠然。"傲慢只会使人堕落。由于傲慢，才有了其他六项罪。人应当学会谦逊地生活。傲慢会将人置于死地，会让人在接受别人批判时发疯发狂。如果想做一个好科学家，你就得谦逊地对待问题。"

犹如从神秘海洋蒸发出的盐粒一样，浩瀚宇宙中的星星，也越来越冰冷无人情味了，只是一些机械的数字。桑德奇想起了自己童年时对宇宙的好奇，很是怀念。他抱怨说，自己刚到加州理工学院两周，那种好奇感就消失了。接下来的30年有的是责任、怠惰与不满。他曾经是为了逃避人类困境才研究天文学，但又把他带入了尘世烦琐中。

桑德奇回忆说，自己刚获得物理学博士学位那会儿，曾经问父

亲生活的目的何在。但令他不安的是，父亲没回答。连父亲都不知道，这是个不祥之兆。这个父亲能回答的问题又一次出现，困扰着他。一天，有人告诉他："生活的目的是赞美上帝。"

"听起来有道理。"于是，1980年前后，他皈依了基督教。具体的细节他不愿向我透露。桑德奇不愿成为虚无主义者。生命不是一个乏味的偶发事件——这句话他重复了好几遍。

他又回忆起自己如何因为1965年那篇关于蓝星系论文的失败，而慢慢从公众和同事面前隐退的。他本来打算，在这篇论文里，确定1 000个新的类星体，却没有任何人加以审订。他认为，论文的突然失败，是因为帕萨迪纳的你死我活的争斗。用他的话说就是，"不是所多玛城存活，就是蛾摩拉城灭亡。"从那时起他对媒体保持谨慎。

"你说60年代我频频出现在《纽约时报》上。说实话，我一点都没觉察出来。如果真这样，也太可怕了。那件事的后果就是令我从世界上消失15年。"他说着，声音严肃低沉。

"从1969年到1983年，你们根本不了解我做了些什么。我是在反抗那些记者。我清楚……我曾……作为年轻人经常上报是好事，但是，突然有一段时间我意识到自己得作选择了，是作为媒体代言人，还是做我的科学家？于是，我就彻底隐退了，从媒体上消失了15年。我拥有全部的底片，有巴德和哈勃奠定的事业基础，接受过高等教育。有这么多优势，不利用它们，我就是疯子，就犯了大错了，也就是逃避责任。我搞不懂这个世界，是因为它变得太难以理解，太复杂了——该死的《纽约时报》！"

最终，桑德奇学会了——如他自己所说的——"放弃世界"。他问自己，如果继续研究，不再理会对手，那将如何呢？这好比一个演员不再去读对自己的评论。"至少，我可以在做研究时不受烦扰与伤害。沃库勒尔也阻止不了我发表论文。想得到宁静，秘诀就是放弃世界。"

他停了停，眼睛紧盯着我。"我不知道怎么会跟你讲这些，除

非……，说了吧——”他声音变得冰冷，眼睛里透出强硬。“同我做的事相比，你们这些人太浅薄了。”

我感到浑身血液冷却了。

“我这样说，从某种意义上有些自大，别介意。”他接着说：“世界太复杂了，所以我将自己封闭起来。现在既然让步给它了，我就可以从封闭中走出来。如果我已经从15年的与世隔绝中走出来了，那说明你们这些人对我来说已无所谓了。”

我们进餐馆内屋去吃点东西。他给我用一杯咖啡演示星系。让咖啡旋转，然后向正中滴上一滴奶油。桑德奇说，如果用纯奶油，演示会更逼真。但是“海狮”餐吧只有半纯的，我们的“星系”当然就不完美了。不过，桑德奇很快就大声说出杯子里的“星系”在星系目录中的位置了。

在其他物理学家试图借助量子上的奇迹来创造宇宙时，桑德奇却继续从事着宇宙膨胀的基础研究：距离和哈勃常数。

一天下午，桑德奇告诉我：“测定距离的难度很大。得想尽一切办法，而且要坚信自己能搞出东西来。你沿着一条路前进，随后被挡住了去路，你就用大刀砍出一条道来。穿过密林，终于看到前方的‘绿宝石城’。我不知道我们现在是否已经铺就了通往超新星的“黄砖路”，还是仍在密林里徘徊。不过，大刀阔斧地砍倒树木已经是件很有趣的事了，从中可以看到很多稀奇的动植物。我相信，不久我们就会走上通往Oz 国的“黄砖路”了。我自己认为已经走上了“黄砖路”，但是，人们不相信自己的眼睛。他们仍旧认为我走的这条道布满尘土，到处是路障呢。或许他们以为自己走的是“黄砖路”，而我还在土路上呢。我不知道他们怎么想的。”（注：黄砖路，绿宝石城，Oz国均出自百老汇歌剧《绿野仙踪》。）

“这很有意思。旅途本身就是乐事。我想没人会对你说，他沿着一条路，为了一个目标辛苦跋涉了25年，到尽头只有一份奖品，那就是哈勃常数。这当然是一派胡言。不过，他们得到的奖品是了解那些不起作用物体的神奇特性。”

暗物质，就是在宇宙论研究道路上发现的一个有趣的东西。桑德奇收集了许多数据，并带到了拉霍亚。这些资料都是本星系群附近星系的距离和速度。桑德奇想弄清，这些假想簇拥在本星系群周围的暗物质，是否会表现为哈勃膨胀在近地区域的一种扭曲变化。这种想法很聪明，但要成功付诸实践却极其困难。理论上的计算工作，足以让桑德奇大吃了一惊。

在一个周一午间吃饭时，他描述自己怎样找到了一个好方法进行必须的数学计算的。他眼睛发亮，双手紧握成杯盘，在餐桌上挥舞。“……于是，我昨晚好好睡了一觉。还是想不出怎么解决。但我想现在有办法了。这场较量我胜了十之八九了。”他坐在椅子上，上下动弹着。

自己做了那么多工作，还不承认是宇宙论学者！

我在拉霍亚的最后一天，桑德奇带我去参观他的暂借办公室。“我要让你看看我所有的好玩意儿。”他情绪很不错，看来计算搞得差不多了。

那座空间科研大楼看起来十分牢固，又有现代气息。我们乘电梯到了桑德奇的办公楼层。整个楼层空荡荡的。进了办公室，桌子上，墙上都是散放的星系图，有M81、NGC300、造父变星等，还有校正标准值，上面用墨水做着标记。墙角立着那架旧星等测量仪，前面还挂着伊卡博德·克兰（注:《睡谷的传说》中的老学究）放大镜。“这个取代了CCD、 PDS以及VAX等现代仪器。”桑德奇吹嘘道。测量仪上贴着标签。一个标签上写的是：你的周围永远有真正的朋友。另外一个则写着：毋庸置疑地最好。人们把格言警句，把布莱克的诗句、把圣经中的句子强加给桑德奇，也许是期望他会对这些谎言有所反应吧。

对面的架子上放着很多盒子，有图书馆的目录卡盒那么大。里面是哈勃、巴德、赫马森当年所拍的底片——可以说是一个装着膨胀宇宙的盒子吧。

盒子旁边是糖果罐，标着“强力圣经维生素”。里面则是一个

个胶囊，很像中国餐馆里的吉利饼。每个胶囊里都藏着一句话。他随手拿给我一个，打开一看，上面写着“你是上帝的孩子。上帝把其子的灵魂注入了你心中。”

桑德奇尖声笑了起来，并大叫道：“你以为你是在一个理智家伙的办公室里呀，显然不是！”

他又顺手抽了一张：“哦，主，我们的主啊，你的名字多么庄严，它在尘世已展示了你天国之上的威严。”

“这里共有365条，看过以后还放回去，继续用。有些时候我可能不喜欢这些‘维生素’，可我敢说，总有一天你会怀念它们的。”

他给我拿出了NGC300的大照片。这是一个星系，距离地球比M31还远3倍。“还不够壮观吗？就是这个地方，那么多人花去时间，就是为了能在底片上看到黑色印记。”

“这是M81，一切工作都是从它开始的。”说着，他从一个僵硬发黄的信封里抽出一个玻璃片来，有扑克牌大小。给我念上面的题词。“密尔顿·赫马森。1950年2月12日用200英寸望远镜取得的一张底板。所有的底板都已整理好。后来的10张是阿普拍到的J59星系和我1974年拍到的一张。这张是M81的底板。你书中已经读到过M81，这里是实实在在的它。红色箭头指向的是27个正常新星之一。”星系底板的正面画了许多黑色线条，均向中心射去。“泥土路，”桑德奇叹息道。“好呀，走这条泥土路只要能通向中心就行。”

他走到办公桌旁，拿起M81的记录本开始读起来。在历史回顾的几页里，有校正标准值、一连串的恒星星等、变星、对比星。“N1是在109mh底板上发现的。在此底板上的视星等为21.9，3月18日、20日与21日拍的底片上，它仍旧是这样。但是等赫马森再上山拍摄时，底片上就没有再显现出来。赫马森是主要观测者。在1950年工作了数月。下面的底板是由以下几位拍摄的：哈勃，巴德，赫马森，巴德，巴德，然后是我。1951年11月。接下来都是赫马森和巴德所做。”

房间里好像挤满了幽魂，我感到那些人涅磐般的呼吸。M81的

研究因为太困难，在1954年被抛到了一边，淹没在NGC2403的研究浪潮中。现在又被重新捡起。桑德奇已经标绘出M81波状旋涡中的两个造父变星的光曲线。但是那个旋涡比所想像的位置似乎更遥远。“对了，对了！”桑德奇大叫了一声。“就在那里！现在要做的就是弄清楚这个曲线。该怎么做？”

“当然是去用望远镜观测了。”他自答道。

“往这儿瞧，好，数字从22.0到23.2，在这个范围内完全可以测出来。这是星等更亮的。看一下，从50年到54年这5年间，它们的波动相位完全被记录了下来。”果然，那一点在明暗度上呈锯齿状上下柔和地波动。“这是最好的光曲线了，肯定会管用。”桑德奇声称，自己的星等测量仪，基于肉眼估计，在加上那个放着大蒜的放大镜，精确到2/10星等即20%的光强度。“在那些拥挤的星系里，这就是我能做的。没经过训练的人会想，啊哈，把底片放在一个测量仪下面，观察片刻，除去背景干扰，测量就可以完美无误了。这样做的结果恰好是错的。人的眼睛才是最棒的仪器。依靠肉眼，你可以不受背景干扰，出那颗星星是否为变星。”说着，他指向一个点，这个点完全被埋没在星系臂的拥挤的小点中了。

“我在大学三年级，开始接受这样的训练，出学校门时，已经很熟练了。哈勃当时正需要这样的人。他知道我受过这种训练，才给我了份助手的工作。你知道，他心脏病突发那阵儿，我正在接受训练，并逐渐步入了研究的正轨。幸运得令人难以置信。我过去有能力，现在仍不减当年。当那些人用自动化技术做出种种断定时，当他们研究的是巨大的星系而不是单个恒星时……”他摇了摇头，声音变得低沉。

他又拿起一张照片，不同的恒星周围都有墨迹的标记。真真切切的M81图。“所有的记号都是哈勃标上的。这是他的标绘图。1950年到1952年那会儿我把底片拿到哈勃那里，他就在上面做标记。有新星，有非常规蓝变星……然后我把这些转变成工作图。我想，我是1954年开始这种工作的吧。现在快完成了。如果用空间望远镜

做起来就易如反掌了。”他的声音又低下去了。

不过，他很快又来了精神。“我让你看一些特别有意思的东西吧。这些是星系的距离，做实验都用得着。”我们不在“海狮”餐吧喝饮料的时候，桑德奇所做的就是标出M81星系之外，160万光年之内的星系相对于银河系的距离和速度。这就是他这些年来的心血了。30年来，他日日盯着底片盼望黑斑的出现，每天夜里，在焦点笼里，凭借钢铁一般的膀胱，一呆就是14个小时。

11月份的拉霍亚，还是傍晚时分，天就已经暗下来了。我因感冒喉咙几乎透不过气来。而桑德奇却滔滔不绝，越讲越精神。“让你认识一下，IC1613，本星系群的成员，仙女座星云；6822，也是本星系群的；M33；约翰·格雷范姆发现的NGC300。你刚才看到了，距离与造父变星差不多。”他的手指开始寻找数据。“造父距离，造父距离，造父，造父，造父，造父，造父，造父，造父，”他的手指就像诺克斯堡军用供应戳一样不停地敲打着，寻找那个了不起的基本距离。“这里！造父距离，造父距离，是我推算出的，我算出的。”说着，又指了一下外部的两个点。“大部分都是我们观测到的，都是独立的点。”

他把这张图递给我。图的正中央，从本星系群的白矮星颈背冒出一条斜线，上面标着速度，距离。这就是关于宇宙膨胀的哈勃定律。是哈勃临终前标绘在门上的，一直是宇宙学的未解之迷。“宇宙膨胀就从那儿开始的。”桑德奇的声音高昂而兴奋。“看，从这里，距离非常近，到底有多近呢？200万秒差距。仙女座只这么远。”他的手指在图上搜索了一下，“200万秒，室女座就在那儿。敢相信自己的耳朵吗？”我没反应，因为喉咙疼痛，嗓子凝结，根本发不出声来。

而他却低语道：“我觉得难以置信。”

我去了亚利桑那，在基特峰天文台，看天文学家们在每小时50英里的风速中，观测哈雷彗星，而后回了自己家。一个月之后，也就是圣诞前一周，我打电话给桑德奇。

他问我去基特峰的感觉如何，我说风很大。“现在你明白怎么

回事了。”他有点洋洋自得了。

山上一直会有这么大的风吗?

“如果自然界没有这么大的风，你们杂志中有了？”他大笑道。我们谈M101，还有那个灿烂闪耀的旋涡星系“大风车”。桑德奇和塔姆曼在测量哈勃常数的过程中进行了一系列的观测与设想。其中“大风车”的距离是非常关键但又最不稳定的一个因素。桑德奇曾用一种间接而又聪明的方法推断出了M101的距离。但是，最近阿伦森通过使用现代高灵敏的电子探测器，CCD计算机，观测到了造父变星，从而直接测出了M101的距离。桑德奇不知道阿伦森的结果，他最担心的是，阿伦森会说这个距离比他和塔姆曼测的要近。

桑德奇得知我在亚利桑那时见到过阿伦森，就问我知不知道阿伦森的结果。很巧，我知道，但我已经发誓保密了。我告诉桑德奇，我不能说，他似乎很气愤。

“好，好。”他随口说出了一个很低的数值。然后说：“桑德奇和塔姆曼要被淘汰了。”我感觉喉咙又堵了，无言以对。“唉，多谢，再见。”随后是沉默，但没有挂电话。

他又说话了。“我们是不是该卷铺盖滚蛋了？”我回答说，希望不是。

“我现在感觉比打电话前更糟糕。”他声音有些哀怨。“猫捉老鼠”的游戏还在进行着。他是蓄意让我感觉惭愧。但是，我跟阿伦森能谈了很多话，而他却很少与他谈话，这可不是我的错。“你应该清楚你被利用了。”他淡淡地说。他把这件事同“水门事件”相提并论了。“他们想做的就是要搞垮我和塔姆曼，而不是搞科研。沃库勒尔才不会关心什么结果，他关心的是阿伦森的结果与我们的不一样。我说的是事实。”

桑德奇一贯都是先对别人进行一长串的攻击，随后又似乎很宽容地为受攻击者“开脱罪责”。阿伦森他们一伙人也受了这样的待遇。桑德奇说，至少阿伦森是真正进人了天文学竞技场，并拿出了一些像模像样的资料。“一旦你公开发表某些资料，比如说，一份

调查表、一些星等数据或一个周期数值，就等于把自己完全暴露给别人了。”他还在为阿伦森寻找不公开数据的理由呢。

桑德奇此时很想知道阿伦森何时会公开M101的距离。冬季会议期快到了。在休斯敦有一场美国天文学会的大型会议，在夏威夷的科纳也会有一次观测天文学者的小型会议。阿伦森会在哪个会议上打垮桑德奇和塔姆曼呢？阿伦森同你见面时什么样子？桑德奇问我。

“看起来很自信，”我回答。

他的声音似乎在往下坠，带着疲惫，一直坠到最低点。外界的批评让他筋疲力尽，让他孤立无援。他感到人们都在围攻他，要打垮他。“我想人应该知道什么时候放弃。”他叹了口气，还是摆脱不了那种世界末日的感觉，那种朝前迈几步就跌入万丈深渊的痛苦。塔姆曼会去科纳，他也得去，我也是要去的。也许会有鲜血喷溅。他似乎很想让我说出，那血是他桑德奇的。

最后，从电话那边又传来一声叹息，那叹息如从浩渺的宇宙飘来的。桑德奇，犹如一个即将退伍的战士，用洪亮的声音说：“丹尼斯，一个人必须牢牢抓住命运的肩膀，摅动它。”

22

宇宙停止了膨胀

一个月后，也就是1986年1月中旬，我们到了夏威夷的科纳。一天,我和桑德奇站在一棵棕榈树下眺望远方。脚下是熔岩喷发凝结而成的火山石半岛，成舌状伸向大海。地面崎岖不平。放眼望去，棕灰色的大地上铺着一抹抹人工草坪，有独处一角的商业中心，还有沿着海岸一字排开的高层建筑及配套的环行赛车道、游泳场、礼品店。

顺着那排高层建筑望到头就是凯奥霍海滩宾馆了，离城有5英里远。房地产投机的气氛就像捣碎机中射出的盐粒一样到处喷洒，这里也未能幸免于难，整个笼罩在阴郁的投机气氛里了：房间的电话上没有宾馆服务号码，好像这些电话只是从别处暂借一周，还要归还似的；咖啡店里没有橙汁，早饭刚过就关门。为了吃顿像样的午饭，就得徒步行走到一英里开外的商业中心，要么就去游泳场的酒吧里吃油腻腻的三明治了。宾馆餐厅的菜单上也只有四道主菜，晚上9点就关门，随后酒吧也关闭了。太阳一落山，游泳场就被泛光灯照得雪亮，这时，你可以独自坐在阳台上，俯看下面水中的河豚绕着岩石游来游去，而周围保准不会有人打扰你。

总之，虽然这里气候宜人，环境舒适，但凯奥霍宾馆怎么看也不像是要成就重大历史事件的理想之地。棕榈树叶子沙沙作响，从熔岩渗出的小溪流哗哗流淌，这一切似乎不会让人联想到即将有一周的会议举行，更不会猜到会上的叫喊、嘲弄、宇宙论的岌岌可危、天文学者的惊慌……这一切也许只能用“混乱的宇宙”来描述了。不过，我来科纳不是看这些混乱的。

我来到科纳是想见证那件使桑德奇饱受煎熬并最终决定其命运的事情：马克·阿伦森将于何时公开M101星系中变星的距离，如果公布的话，其结果将与桑德奇和塔姆曼20年前的测量结果相比。话又说回来，尽管M101是一个十分耀眼壮观的星系，尽管其距离的确定是测量宇宙大小和年龄非常关键的一环，但也不至于让人拿事业做赌注，不至于用这一问题的成绩决定人生的荣辱吧。毕竟，它同人类存在的意义有什么大的联系？或换一种说法，它能见证上帝的风采吗？能证明终极宇宙对称的合理性吗？

问题在于，对桑德奇来说，每个星系，每个距离都是至关重要的。30年来，他收集研究的就是这样的资料：一系列真实详细的数据、带模糊物的照片底板、标绘图上的斜线——那些就是原本美丽的天空的沦落物。我相信桑德奇是对的，这一点毫不会动摇。这并不是因为我更希望哈勃常数是50而非100，也不是我喜欢桑德奇胜于他的对手。实际上我两方都喜欢。我支持桑德奇，就像我情不自禁地支持每一个孤独而又倔强的人；支持把所有筹码推到桌子中央，而后微笑等待最后摊牌的赌徒；支持那些全身心重新创造宇宙的人，那些全力以赴的梦想家，那些失去理智，不惜一切，勇往直前的狂人；支持每一个科波拉、福克纳、霍金，他们的音乐、诗歌、计算推理如礼花般光彩夺目，那么完美地展现在人们面前，人们除了心悦诚服之外，再无他法，在那一瞬间只能说，是，是，的确如此。

自然不受公平原则支配，也不会保证我们把一个人送到一座寒冷的山巅，在笼子里拼上35年，就能给我们带回一条真理来。但是，我情愿相信会有这样的事情。问题是，对桑德奇来说，在这场宇宙争逐战中，一百万条路都是通向失败，只有一条是胜利的道路。我来科纳也就是来看桑德奇摊开手中的一张王牌的。

科纳会议是由在夏威夷大学工作的塔利组织的，塔利就是那个有名的塔利，费希尔理论中的天文学家。会议的官方名称是“近星系距离暨哈勃漂流偏差大会”。不过，人人都知道，这是塔利一人

的会议，因为直到会议开始那天，与会者的名单及日程安排才从他那长着黄头发的让人摸不透的脑瓜里冒出来。

周日傍晚天色还早，在海堤旁我看到了桑德奇。他一手拿着饮料，一手拿着科纳会议的日程，眉头一会儿紧皱，一会儿又舒展开来。海堤之外，热带地区的落日余晖，穿过熔岩山腰，斜射在潮水游泳场上，整个游泳场染成了朱红色和靛青色。前面棕榈顶的凉亭里，潮水般涌出40个左右的天文学家、物理学者——这些茫茫宇宙的弄潮儿，这些全身都扎进潮水中全力以赴的宇宙论者们。

“将有一场血战。”桑德奇嘀咕了一句。

桑德奇走进会议厅时，所有的人都盯着他。屋子里都是桑德奇的敌人，都是研究河外星空的宇宙论者，塔利把他们集合在这里，这些人彼此间毫无沟通，塔利也没向他们介绍什么，但是，塔利的把戏不言而喻了。那些人看完与会者名单，表示完遗憾后，都像吃食的鲨鱼一样，聚成一小堆一小堆，喝着热带饮料，时不时扭头往后瞧瞧。

阿伦森也从加州理工学院来了；还有他的澳大利亚密友——莫尔德，他长着一头红发，言谈举止中透着傲慢；对桑德奇批判最凶的热拉尔·沃库勒尔也在那里；还有辛德尼·范登·贝赫——来自加拿大的宇宙论者，脑袋顶晒得乌黑发亮，穿着一件肥大的夏威夷衬衫，很像一个德高望重的印度宗师，他因不属于哈勃常数的任何阵营，所以常常被任命写点会议的评论性文章。虽然说桑德奇所做的工作是那些人事业的基石，但是大部分30岁以下的人都不认识桑德奇，而能同时看到桑德奇与沃库勒尔的人则几乎没有。

“桑德奇来了，是桑德奇。”人群发出沙沙声，让人想到海滩上成群海鸥的拍翅声。

“看来，”桑德奇耸了一下肩，并用手指在空中比划了一个盒子，说，“我们都困在加莫夫的盒子里，问题是我们能不能挖条隧道钻出来，”——他双手又叉到腰间——“或者两败俱伤。”说完，他做了一个深呼吸，跨步迈进屋子，人群纷纷让道。

他走到沃库勒尔身边，一只胳臂搂住沃库勒尔的肩头，淡淡地说了句，“我们来场光明正大的君子之战吧。”

沃库勒尔身材短小，面色灰白，穿着大衣，打着领带，还戴着副太阳镜，头发花白。他随身不离公文包。脸上显出不可侵犯的尊严，让人想到一个爱干净的小孩，受到邻家顽童的逗弄后，还想保持干干净净的样子，他可不会那样粗俗。沃库勒尔不自在地扭动一下身体，像有一条粘满泥巴的圣贝尔纳狗刚刚扑到他身上似的，然后自认倒霉地耸耸肩，开始抱怨桑德奇和塔姆曼在最近的一篇文章里对他的攻击。

他没好气地说，桑德奇在报上公开批评他，只会为桑德奇自己招来更多的攻击。还抱怨说，桑德奇有一次建议他不要把一些东西发表出来，因为世界上只有他们两个人能懂那些东西讲出来有什么意思。桑德奇在旁边则提醒德库勒尔，别忘了他提出让桑德奇退休的事儿。

“你在天文学里是做了不少贡献，但是……”沃库勒尔不悦地说，“我们经常召开这类友好的会议，你却对任何改变都持反对态度。”

桑德奇笑道，“我可不是在反对，我是在告诉你们事实真相。”

“你还说自己知道真相，在瑞士洛桑开会时你就这样说了。”

“那时是跟你开玩笑的，”桑德奇拍拍他的肩膀，缓和口气说，“你不知道什么时候该拿我的话当真。不过，你确实是一个认真的人，热拉尔，”他声音变得低沉有力，“你对自己很认真。”

桑德奇大步走开，回到外面的海提旁。沃库勒尔在后面不满地说：“我们对话一直很友好，可我们永远没法谈些细节问题。”

桑德奇来到外面时，刚才表现出的欢快已无影无踪，他怒容满面，低声抱怨说：“早知道这些人会来，我就不出现了。我讨厌这种对抗！”

在俯瞰游泳场的阳台上，我们同塔利、阿伦森一起用晚餐。塔利好像把自己的钱都贴进这次会议中一样，此时，将作为会议组织

者的责任感暂时推到了一边。有塔利这个精炼的润滑油在旁边，桑德奇和阿伦森两人开玩笑逗弄对方时，也显得很不自然。桑德奇问阿伦森："你很不错，但是，为什么对我们那么刻薄？"

阿伦森曾声称，自己对哈勃常数没有太多的了解，也没有太深的兴趣。桑德奇就此责备了他一番。阿伦森被这一责备弄得有点茫然。他到哪儿都是穿着牛仔裤，短袖衬衫，脚上一双便鞋。他长着一头棕色的头发，还有浓密的大胡子，戴着厚厚的眼镜，镜片后一双眼睛狡黠地闪着光。对于桑德奇的责备，他的回答是，做一个后知后觉反应迟钝的学者更让人兴奋。"如果你已经知道哈勃常数，还研究它干什么？"他恶作剧似地反问桑德奇。阿伦森承认自己并不关心这个常数，他喜欢的是那些宇宙中的星球。

"我也一样。"桑德奇单调地接了一句。但是阿伦森对此常数究竟怎么看？代表真理的数值只有一个。桑德奇拖长了声调说，当一个人想证明自己的直觉或念头是对是错时，他就是在进步，"我们都是在专注于资料数据，都是想着怎么样把真理透彻地讲出来。"

塔利发出一些声音以示抗议。

桑德奇还继续说，并提高了嗓门。"真理出来时，却容易打乱你的阵脚，这是你狂喜之中所意识不到的。"

塔利接话说，他出版著作间隔的时间很长，原因就在于此。

"我不再研究星系了。"桑德奇淡淡地说了一句，但谁也不会拿此话当真。他继续追问阿伦森，如果当今的天文学者果真有那么多可以顺手拈来的好玩意儿的话，那么令前辈科学家大为受益的带有大量数据分析的好文章，在今天怎么没有了影踪？阿伦森针锋相对地指出，今天的许多论文里也是使用大量数据的。

随后阿伦森反问道："如果沃尔特·巴德在世的话，就不用最好的技术手段CCDS计算机之类了吗？"

桑德奇很快地反驳道："他只会用自己能理解的。"

后来就剩我和塔利，我们一边闲看着泛光灯下游来游去的鱼，一边谈着即将开幕的会议。对塔利来说，桑德奇只是会议的一个小

角色。“哈勃常数不会像宇宙起源及宇宙尺度结构那样热门了。”他懒洋洋地靠在栏杆旁。

塔利预测，冷暗物质将在会上掀起西部片《正午》当中一样的决战时刻。根据这种理论，宇宙90%的物质都是存在于奇异的基本粒子云中，这些粒子是在“大爆炸”中产生的，由于运动很慢，所以之间的引力才形成了今天的星系乃至星系群。进入1986年，冷暗物质的研究在宇宙论中占了主导地位，但缺陷也暴露出来了。

两周前的《时代》周刊及美国天文学会的冬季会议上，盖勒宣布了哈佛-史密森的联合红移研究结果，并说，宇宙像“肥皂泡沫”一样，有些“气泡”星系离我们达15亿光年远。于是，冷暗物质的拥护者不禁疑惑，他们的这种物质是否真的能够自身聚集成那么巨大而又轮廓圆满的大尺度结构来。塔利则认为不会。

他们这些中坚理论家不相信天体图，对他们来说，天体图就像张油彩画。谁知道上面的“空洞”是不是真的一点物质都没有？谁能说得清那片状的闪耀星系是不是涂上的油彩呢？塔利说，正因为此，他们才把大会的后半部分名字定为“哈勃漂流偏差”。如果团块状或片状的星系是真实存在而非虚幻，如果宇宙真像理论家们希望的密度那么高，这些巨大尺度结构就会在引力作用下相互拥在一起，从而使哈勃漂流产生畸变。

宇宙中的块状物质体积越大，其星系越快，也越发狂暴。这就意味着宇宙论者只要标绘出星系与星团的所谓个体速度、就可以确认宇宙物质的密集度。这样他们拥有的就不仅是漂亮的图片了，还有数字——速度、质量。

上面提到的天体移动的现象被称为“漂流”(streaming)，已经发现这样的例子。比如，本星系群正向室女座星云坍塌。1953年，沃库勒尔首先预测到这一点；25年后，又由赫钦拉、阿伦森、莫尔德进行了证实。由于电子仪器等便利条件，许多红移的数据大量涌现出来，更大规模的“漂流”的迹象也越来越明显。鲁宾和福特指出的哈勃膨胀相矛盾的看法可能就是由于漂流造成的。最有力的资

料来自于宇宙微波辐射背景。这种辐射已经使极向的温度相应升高和下降了千分之三度。微波辐射背景表明本星系群在微波里游动，就像金鱼在水族馆里游动一样。有意思的是，鲁宾研究所表明的“漂流”与通过背景辐射得出的“漂流”方向正好相反。80年代初期，阿伦森、赫钦拉、莫尔德把自己的观测同微波辐射数据结合起来，推断出，室女座星云本身也正以约600公里每秒的速度，被拉向长蛇座与半人马座的方向。

很自然，有许多人思考是什么力量拉动室女座的。在长蛇一半人马座的边缘，离我们约10亿光年的地方，有一个星系群，由于银河系尘埃的遮挡，从地球上观测不到该星系，不过，无论如何，只凭长蛇—半人马座，不像有足够的力量能吸引整个室女座的，除非其周围还聚藏着数量巨大的暗物质。塔利认为，暗物质不会聚集成足够大的结构来吸引室女座。

这一计划中挤满了各种数据。塔利计划了长达4天的天文观测讨论，每天只有2小时的午餐和休息时间。“开会通常都很无聊，因为人人都知道别人要讲什么了。可是这一次我却不知道别人要说些什么。”他耸耸肩，看着水里的鱼儿，我禁不住感到怀疑。

第二天早上，我们都聚到凉亭里争论哈勃常数。从宾馆越过岩石地带是一个有沙地的小海湾。宾馆这边，时而从麦克风传出讲话的声音，而海湾那边，则是海浪冲刷岩石及投射灯的声音。海滩上，穿着法国风格游泳衣的女人，沿着窄窄的海堤走来走去，不时瞟向那些面色苍白、满头大汗的宇宙学者们。也许她们根本没往这边瞧，那只是我的想像罢了。

对桑德奇来说，灾难性的“宣判日”开始了。他来的很晚——我敢说他没吃早饭——到会场时，正轮到他发言。他讲了本星系群及自己在圣地亚哥所做的一些计算。从银河系到其他，口气里带着一种平淡与不可冒犯的权威。他特别强调，测量一个星系的距离是极其痛苦的事，几乎是件不可能的工作。有些结果是第一次在这里公布，是他30多年的心血。而且，对这些星系做最初测量的天文工

作者大部分已不在人世了。桑德奇认为宇宙正在均匀缓慢地膨胀。本星系群的近邻星系也正在以一种军队般的严密远离我们而去，其速度正好与这些年来他测出并反复验证的距离成正比。哈勃常数仍旧为50，这些星系的速度没有减慢，从而也表明本星系群的质量并不足够大，其周围不会潜藏大量的冷暗物质。

桑德奇的讲话结束了，他不自然地笑了笑，然后大步走开了。中间喝咖啡休息时，普林斯顿大学理论家奥斯特赖克把桑德奇拉到外面的海堤上。奥斯特赖克身材矮小，头戴一顶遮阳帽，遮住了他一本正经的举止。他用一种柔和而又急切的声音给桑德奇解释他刚才在哪儿犯了大错。说桑德奇忘了考虑银河系同M31是互相绕着转这一因素了。所以，桑德奇的推算荒唐地导致了对本星系群质量的过低估计。桑德奇像一个受罚的小学生一样，站在那里，低着脑袋，下巴和肚子都垂着，看起来一副笨拙的样子。他一边听着奥斯特赖克做解释，一边把手放在脑袋上，捋着那片贴在前额的头发。自信都要从他鞋底慢慢溜走了。

午饭时间，我和阿伦森去旁边的小海湾潜游。桑德奇则拿了一把躺椅，在游泳场旁喝着饮料。

在沃库勒尔发言时，还是穿着外套，系着领带，操着一口浓重的法国口音。他的观点，也是他多年来一直与人争论不休的，就是宇宙不像桑德奇所说的那样平静缓和、有条不紊，而是充满了一大块一大块的高密度的星系，这些星系的引力足以使哈勃膨胀发生扭曲。他不相信上天会把一切安排得如此均匀统一，他也不信任桑德奇和其他人喜欢用来校准星系距离的变星。他声称：“我还是全力赞同基本的距离指示值，但不相信任何个人的能力。”他发明了自己的一套玩意儿，来测武仙座中一个星系群的距离，所以，毫不奇怪，他会得出哈勃常数在90～100之间的结论。

有人问他，如果哈勃常数为90～100之间，那么就意味着宇宙膨胀只有100亿年，这是不是就同球状星团中某些恒星140亿的高龄相矛盾了？

“先生，不是这样的。”沃库勒尔呆板地说。“我可不想把宗教同宇宙论掺搅在一起。年龄是一码事，距离是另外一码事。我们就别谈宗教了。如果已经知道了全部，让下个世纪的天文学家干什么去？”

塔姆曼在下面表示反对，说沃库勒尔的距离指示值有哗众取宠、浮夸其辞之嫌。沃库勒尔针锋相对地说，近来塔姆曼和桑德奇对自己的著作进行批评，批评本身也是错误累累。他还要求明天再给他10分钟发言时间，专门为自己做一下辩护。听着他们唇枪舌剑地争论着光度指数及第三类指示值，我不禁想，如果哈勃知道自己曾经如此严肃认真的课题，如今沦落成了只能靠伪装成真理存在的劣质品，他会怎么想？会不会感到羞耻呢？

接下来就是阿伦森发言了。太阳已经西坠，光线照在太平洋的水波上，在讲台上映出斑斑驳驳的光线。让人难以忍受的热带暑热仍笼罩着会议凉亭。阿伦森漫不经心地走向前台，活像一个携枪的歹徒，随随便便而又有所节制，信心含而不露。观众从塑料椅上站了起来。我环顾了一下四周，桑德奇不知道什么时候也溜进来了，坐到了后排。

阿伦森果然与众不同。他并不宣称自己懂哈勃常数，只是说利用空间望远镜，哈勃常数能够而且必然一劳永逸地准确测出。并且强调，其研究组使用的塔利-费希尔方法也没什么神奇之处，只不过是简单的牛顿物理定律而已，而且他们小组年代很短，与别人无任何宿怨，对于研究结果，他们并没有下太大的赌注，没有感情因素。他预言说：“在今后的5年里，如果检查与复查结果一致的话，有希望使哈勃常数精确到10%以内，我们就可以放心生活了。”

人们都知道阿伦森有更重要的东西要讲，他却戏弄听众似的一直到最后才切入正题：他们小组在M101——那个让桑德奇花了无数心血、争议不断的星系——发现了造父变星。他停了停，眨着眼睛，“如果你们非要知道，我可以给出一个距离值。”

可以想像，桑德奇此时一定站了起来，像受审的被告一样，眼

睛看着地面，站在陪审团面前。

阿伦森用了一种尽可能模糊的方式说出了结果。他先给出了M101相对于大麦哲伦星云的距离。而大麦哲伦星云是银河系的一个卫星系，可以在南半球天空观测到，而南半球天空又是发现造父变星的主要来源基地。但是，大家也都立刻清楚了阿伦森的结果了。他所要说的M101的距离与桑德奇和塔姆曼所测定的完全一样！即2 200万光年。

我暗想，就是这样了。桑德奇16年的坚定信念、勇气与直感最终被证实了，哪怕只是部分被证实了！

不是每个故事的结尾都是悲伤的，不是每个星系都魔鬼般的狡诈，也不是每个天文学家都要浴血拼搏。科学，科学，这种对大自然的毫无私心杂念的、孜孜以求的科学终于取得了胜利。

阿伦森的话刚一结束，桑德奇就不见了。直到第二天早上我才见到他。他抱怨说自己感冒了，因为昨晚睡觉一直开着空调。不过，他的脚步，他的肩膀看起来轻松多了。他也似乎忘了曾有人怀疑过M101的距离。最糟糕的日子终于过去了。谢天谢地，他说，事实上，天文领域又向一起靠拢了。他脸上露出笑容，“布伦特·塔利真是物理学大师，大家聚到一起谈论很有意思，很了不起。不用白刃相见。”

全城的人都在谈论着桑德奇的情绪。大家都说，从来没见他这么高兴过。但话又说回来，很多人根本就没见过他，更不用说，见到他和死对头宇宙学论者沃库勒尔在一起了。以后的几天里，桑德奇与沃库勒尔一直都是相互嘲弄。每次，我环顾四周，就会发现他们两个那样闹腾着，就像一对老夫妇要搅散一场宴会一样。眼睛和鼻子不停地挤弄着，与老派E·H·哈顿广告节目的镜头有异曲同工之妙。周三那天，他们又发生了冲突。沃库勒尔曾要求，这一天给他10分钟的发言时间，以反驳桑德奇对他的批评。带有讽刺意味的是，这天早上正赶到桑德奇做会议主席。

“我今天对你可不会心软。”沃库勒尔往前走到桑德奇面前嘀咕

了一句。

“好啊。我也不会留情。因为你就是错的。”桑德奇反驳道。

桑德奇与塔姆曼曾经写文章，批评沃库勒尔用λ指数测量旋涡星系的距离。但是他们两个在文章中，很明显地弄混了几个星系。沃库勒尔就准备抓住这一点，以其破绽为例进行狠狠的反击。他指出了一系列的错误，比如星系列表的排印错误，星系分类不一致，有些星系是虚构的，及同样的星系被列到不同的分类中，等等。“简直是混乱的杰作！一张星系表由多人合作却还出现这么多错误，我还是头一次看到。”

此时此刻，作为会议主席的桑德奇就站在10英尺之外，脸上带着干笑。后来他对我说，他的胃当时竟然一点也不难受，这真的令人惊奇。看来他“放弃世界”这一招真的奏效了。

会议结束时，天文学者们成群结队，走向游泳场去拍正式的会议集体照。桑德奇和沃库勒尔站在前排正中。桑德奇想用胳膊搂着沃库勒尔，却被沃库勒尔耸耸肩给甩掉了。沃库勒尔用刺耳的声音说：“我是欧洲人，不像你们做这种动作。”相机“咔嚓”一声，同时桑德奇叫了一句，“笑一下，热拉尔！”结果照片洗出来后，沃库勒尔是一脸不屈服的样子，而桑德奇则看起来像是没站稳，要摔倒的样子，手捂腹部，感觉很不舒服似的。

很难相信，我们在凯奥霍才呆了3天。每一次的交流都好像沉甸甸地载入了史册，每一次的玩笑与羞辱都注定要向宇宙学的长廊投下阴影。我感到宇宙学重心在转移。如果说过去是属于桑德奇的话，那么未来是属于阿伦森的。他在那些一团迷惑的学者中间不动声色，漠然地应付着，一会儿对这边稍加支持，一会儿对那边又略有批评，于是自己的队伍越来越壮大，他也几乎成了哈勃常数研究的核心人物了。他还正在组织空间望远镜研究合作组，他们将利用那些人人易懂的技术，确定宇宙到底有多广大。阿伦森和莫尔德开玩笑说，要寻机把桑德奇灌醉了，然后让他签约参加这个组织。“我只是想从他那得到一个最有力的提议。”阿伦森一本正经地说。

同时那些真正的宇宙学家，宇宙大尺度结构的测绘者以及暗物质理论家，他们互相围在一起，就像即将到来的风暴一样蓄势待发。塔利邀请的这些理论家，大部分是从上周在阿斯彭举行的研讨会上直接赶来的，安排在最后一天发言。有人开玩笑说塔利需要有一定比例的外国科学家才能使他的来自北约的赞助资金物尽其用。其中有亚历克斯·绍洛伊：匈牙利人，在美国工作年限只剩两年了；阿维西艾·德克尔：以色列人，身材矮胖，衬衫的下摆总是悬在外面，他是暂住在圣克鲁斯的；还有阿莫斯·亚希勒：他曾经是桑德奇和塔姆曼的助手；乔尔·普里马克也来自于圣克鲁斯，是一个温和的老好人。绍洛伊穿着宇宙学家的制服——一件空间望远镜科学研究所的T恤衫，牛仔裤，还有一双不太干净的旅行鞋。随他来的一个同伴叫尼克·凯泽，就是“有偏差性星系形成”理论的提出者，是个性格外向的英国人，喜欢穿夏威夷衬衫。另外一个同伴叫邦德：加拿大国籍，在斯坦福大学做研究。他们三个声称此次来主要就是来游泳观光的。

桑德奇和沃库勒尔无休止地争斗着，让正在散步游泳的理论家们暗自惊讶。他们虽然是骑墙观风，不会倒向任何一边，但对这种争论未免愕然。如果物理学家们也这样很难达成一致，比如说电子的质量吧，那天文学家会怎样想呢？绍洛伊和同伴们更关心接下来的冲突，即暗物质和宇宙大尺度结构，盖勒所做的红移研究使这两个话题更加轮廓鲜明。但是那些“空洞”究竟有多空？那些气壳存在的可能性有多大？它们出现的年代有多晚？那些观测者看到的墨迹斑斑的天空与图中的小点到底有多少的契合？这又跟观测者永远对哈勃常数达不成一致有什么关系呢？

这些出自同一学科的人到底在干什么呢？

戴维·伯斯坦走进了人们的视野。他来自于亚利桑那，是位年轻的天文学家，看起来既不会成为一时叱咤风云的英雄，也不会是众人唾弃的恶棍。他嗓音沙哑，宽宽的脸庞，长着一道络腮胡。而嘴唇上方没有胡子，上唇看起来就格外大，足以在上面打场网球了。

整整一周，他到处溜达时，嘴唇朝上翻卷着，露出一种自命不凡的傻笑。“我要讲的，会把他们前两天的那些东西清清楚。”他这样对我说时，一脸严肃认真的样子，像一个未出门的大学生，真想像不出有什么让他自命不凡。他起初是费伯的学生，后又跟着鲁宾读博士后，测量旋涡星系的旋转曲线。换句话说，伯斯坦已经知道问题所在了。伯斯坦和费伯在圣克鲁斯有一个组织，费伯本人也是鲁宾的学生，又是这个组织的头，他们两个都是有名的“七武士”中人物①。伯斯坦葫芦里藏的药就是，他知道“七武士”陷入了什么样的麻烦了。记得当初鲁宾与福特共同发现哈勃膨胀的扭曲之后，曾被这种麻烦搅得像复仇女神一样恼火。

1980年，“七武士”调动四大洲的十架望远镜，开始对椭圆星系进行一项雄心勃勃的研究。研究的目的，就是进一步考察费伯与利克天文台的罗伯特·杰克逊，共同发现的椭圆星系的亮度、质量与其恒星随机速度之间的关系。可以通过恒星光谱线中的模糊带，来测定其速度，模糊带越宽，恒星的速度越大，星系的质量就越大，亮度就越高。所谓费伯-杰克逊关系的最大作用是确定椭圆星系的亮度和距离。费伯及其同事共同认为，它还有助于了解这些星系的其他性质。接下来的几年里，他们观测到了322个椭圆星系，空间分布达5亿光年，取得了一些距离与红移的数据，但这些数据还有争议。

他们将如何着手处理这322个星系之间的距离呢？“七武士”之一唐纳德·林登·贝尔建议：以一种宇宙参照系即微波辐射背景为参照，来绘出这些星系的位置与速度。在一个理想的均匀膨胀的宇宙里，由于没有引力，相互间无冲撞，每个星系都会以与其距离成正比的速度，远离我们而去。就好比微波炉里蛋糕上的葡萄干，随着蛋糕的膨胀，葡萄干松软舒适地嵌在其中，彼此间的距离也在增大。天文学家都知道，从严格意义上来讲，这种说法并不正确。

①根据记录，“七武士”有桑得拉·费伯、戴维·伯斯坦、艾伦·德雷斯勒、唐纳德·林登、贝尔，罗杰·戴维斯，罗伯特·特利维奇以及加里·韦格纳。

本星系群，其至整个室女座都在穿过微波，向长蛇-半人马座漂流，利用此漂流不仅可以推断出宇宙物质的密度，还可以弄清红移图上视超星团及“空洞”到底是真实存在的不均匀物质呢？还是像以前所说的只是暗物质均匀背景上的一团油彩，而实际上并不存在？费伯与其同伴推论说，如果观察一片足够大的宇宙，除去哈勃膨胀的自行速度，将会得到一个随机模式：一些星系朝你而来，另一些离你而去。

费伯-杰克逊关系中，有许多是零散的统计数据，这也意味着从1985年开始，他们要花费大量的时间，做大量的分析，才能从数据中找出一些蛛丝马迹。但是，“七武士”中伯斯坦第一个发现，分析所得与他们所料想的并不一样——星系群并不是随机互相冲撞的。相反，他们所研究的整个区域中——北至3亿光年的英仙星团，南至长蛇—半人马座——包括10万个星系中1 000万亿颗恒星，都好像在作为一个整体，向长蛇—半人马以南移动，速度达每秒钟700公里，也就是每小时200万英里。

这不仅仅说是大规模的移动了，而是超规模的。这不是一张图片，而是分析所得的数字。“七武士”研究的整个本星系群中布满了星系，就好像有人把已知宇宙中的绝大部分放到了一块浮冰上，然后随着神秘的水流漂浮而去。而且这股水流的方向，与名声败坏的鲁宾-福特效应中的方向大体一致。这在他们中间引起不小的恐慌——时而相信是真的，时而又不敢相信。最后，确信下来了，费伯和伯斯坦，既是鲁宾以前的助手，又是鲁宾的仰慕者，分别打电话告诉了鲁宾他们的结果。

接下来，他们就开始保持沉默了。当哈佛-史密森红移研究组，忙于制作记录片，忙于组织一个又一个报告会时，“七武士”却没有公开发表任何东西。他们继续通过电脑获取一组又一组的资料。在科纳会议召开的前一周，费伯给利克天文台的工作者做了次展示，接着他们就分散开来，准备在冬季会议上宣布这个结果了。普里马克后来告诉我，本星系群一半都在与原来想像恰好相反的方向运动，

虽然这个消息让他很惊奇，但是“七武士”居然能把消息隐藏那么久，更不可思议。

如今，在科纳会议上，伯斯坦要公布这个消息了。他显出很狡猾的样子，知道自己所说的准会像扔颗炸弹般在天文界引起轰动，而且即使自己活到100岁，也未必能再有这种机会了。因为在这种会议上，小道消息总是传得飞快，往往淡化了新闻的轰动效应。伯斯坦在台上笑了笑，看着台下焦急等待的听众，一丝一丝地把他们的研究结果透露了出来。

他首先讲述了研究过程，接着又对向长蛇-半人马座的漂流的争端做了回顾。他强调，该种运动的最简单模式，都预示着引力是相互的。长蛇-半人马座也在吸引着我们。说到这儿，他瞅了瞅坐在前排的亚希勒，声音突然低了下去，“但是我们并没有向该星座靠近，它是以每秒700公里的速度，远离我们而去。”亚希勒脸色煞白。

伯斯坦最后说：“我们看到整个宇宙在大规模运动，但在什么上面运动，我这里不会有答案。”

整个下午都像融进了乌烟瘴气之中，我感到有40柱的岩浆同时喷发了出来。沃库勒尔是当天的主席，让伯斯坦停止发言，因为时间已到，可台下的人却坚持让他讲下去。

因为主席都有当天的发言权，所以沃库勒尔第一个对伯斯坦的报告讲了自己的看法。“伯斯坦讲的，证实了我多年来一贯的看法。”他的看法其实也就是，宇宙不像膨胀的葡萄干布丁那样无声无息，不是绝对完美地分布着一些星系和球状星团，而是丑陋无比，堆积着团块物质，这些奇形怪状的块状物还到处撞击。总之，宇宙是一个是非之地。

胡说！这是桑德奇的第一反应。在哈勃图中分散着一些有关速度的数据。伯斯坦所得出的最远星系的速度为每秒700公里，但是哈勃图里所标的星系速度，每秒钟成千上万公里，相比之下，每秒700公里简直是在爬行了。

“伯斯坦的结论不会让天文界天翻地覆。”桑德奇凭着在威尔逊

天文台几十年的经验，颇具权威地说，“这只不过是一种小规模的流动。”

等人群同意让伯斯坦结束讲话时，桑德奇跑到我面前，满面笑容，拍拍我的肩膀挖苦说：“这差不多是最好的科学大会了。”然后轻快地向海堤走去。

而我还处于震惊中。我本来打算看过桑德奇理论被证实之后，余下的时间在海滩上度过的。根本没想到看这些天文学家们，上窜下跳，像橄榄球运动员在球门区那样叫喊，也没想到他们那么快就容易相信一个结果，就乱成一团。不过，这种混乱是“七武士”所预料到的。按照“大拇指”法则，宇宙物质越庞大，流动速度越快，在另一端就有更大质量的物质吸引着它。伯斯坦的这一效应就意味着，在远处有物质存在，而且，其密度要远远超过所说的暗物质的密度。

如果他们所说的是真的，即整个本星系群正快速向半人马座移动，那么空洞及一连串的超星团存在就不是设想了。也许宇宙正是不均匀的，乱糟糟的，注射类固醇的举重者一样，肌肉隆起了一块。这也意味着，两年来——几乎是研究生的学习年限了——一直作为弗里德曼标准模式中，最重要的因素的暗物质要成一只死鸭子了。也就是说，暗物质拖动不了整个宇宙，也建立不起亿万个太阳的运行秩序。如果“七武士”的论断正确，科纳将被历史记录下来，因为在这里，暗物质不复存在了。

那天早上，似乎暗物质的末日真的来到了。更多的天文学家为“七武士”的论断煽风点火，生怕暗物质再死灰复燃。于是，关于星系“随波漂流”的说法越来越多，报道中宇宙“浮冰”的漂流速度也在攀升，已经达到每秒钟1 000公里了。我感到，一个乱糟糟的无可预测的宇宙，突然在我眼前凸现起来。

而50年代和60年代，桑德奇一直研究的均匀、平和的哈勃膨胀究竟怎么了？是他的观察范围不够大吗？是因为他迄今为止的观测对象，只限于一块“浮冰”或者是不太典型的“浮冰”？哈勃常数

是不是不管用了？沃库勒尔说的是正确的？这是否就意味着标准弗里德曼宇宙论注定要灭亡了？我仿佛看到一排排的多米诺骨牌在纷纷倒下，不会的，上帝，这种事千万别发生。我是千心万苦才学会看懂普里马克和布卢门撒尔的冷却曲线的。

至于暗物质，我决定去找这方面的专家，亚希勒去探讨。他皱了皱眉头，说自己对于前天的结果依然很震惊。"暗物质只是一个巧妙的设想而已。我们根本不能把粒子物理学家说的任何事都当成福音，他们是宇宙中信仰最混乱的人。一旦某些事情站不住脚了，这些人就会想出新点子。我明白这里的玄机，因为我研究过粒子物理，知道想出新点子是很容易的事。"

早上10点左右，我们乘车去冒纳凯阿火山山顶。那里离山脚的科纳有13 000英尺远，是大家公认的观测行星的主要基地，而且有很多望远镜，镜头面积足可以装铺满一个篮球场。道路穿过熔岩地，颇迂回曲折，还有很多急转弯。我坐在塔姆曼旁边，大半儿时间都在做记录。后来不知是因为转弯太多，还是因为高度，我感觉头晕恶心。到中间站停下吃午饭时，摇摇晃晃站都站不稳，更不用说有胃口吃饭了。

塔姆曼跑到后排，和他的"头头"桑德奇坐在一起。我听到他们两个在拿现代天文学取笑。桑德奇问："我告诉过你我有台电脑了吗？我对这些东西不像以前那样恐惧了。我还学会了打开文件，关闭文件，太棒了。我还有台字处理机，还用它写了论文，刚完成一半。我现在就需要有人教我。两三天之内我就可以把CCD的结构搞清楚了。我要重返望远镜，做个真的天文学家了。"他噼里啪啦说了一通，接着两人又开始扮鬼脸，装怪相。

塔姆曼问他，是不是写个望远镜使用计划的请示，桑德奇脸色沉了下来，声音也低沉了："那么我们的生活就会完全改变。很可怕！"

午饭过后，有直升机把我们运到一片棕灰色的荒原上，上面全是火山渣，空气稀薄。放眼望去，冒纳凯阿火山的每个小山顶，都

有闪闪发光的白色望远镜圆顶。在远处还有一个方形的大洞，是加州理工学院10米口径的凯克望远镜的未来安身之地了。头顶的天空蓝得发亮，让人眩目。这里的氧气只有平地的一半密度，每迈一步，都冒着要晕倒的危险。

快要到达山顶时，桑德奇眼睛里立刻透出了一种严峻的神情，一看便知道，他对这里的情况是内行了。这是他第一次到冒纳凯阿火山，也是他三年来第一次登天文台。“到山上总是很令人兴奋。”他无不怀念地说道。他带了一件羽绒派克大衣，一顶帽子，还有手套。塔姆曼则带了一身套服和一件轻便大衣，并获得了许可可以在山上抽烟。

我们分成了几个小组分别参观。我和桑德奇分到了一组。我一直紧随着他，像条藤壶甩也甩不掉。每走一阵，他就会靠着墙停下来喘会儿气。

我们走进了最高的圆顶建筑里，里面有加拿大，法国和夏威夷大学联合建造的3.6米口径望远镜。桑德奇一下子兴奋了起来。“真是个有意思的尺码。”我们站在巨大的镜片下面，仰头看着悬在后面的设备，有卡塞格林焦点、荡来荡去的缆绳，桑德奇眼睛里闪着光芒，赞叹道：“太棒了！”

当晚，我们在维米，也就是这架望远镜建造者所设的科研总部，吃了顿寿司。当时气氛很好，阿伦森及其同伴就想再做一次争取，让桑德奇加入到他们的空间望远镜组织。桑德奇思索了一会儿说，自己和塔姆曼也准备提议，做一个空间望远镜的项目，以在附近几个拥有超新星的星系里寻找造父变星。阿伦森表示，他还是随时欢迎桑德奇加入到他们组织中。

桑德奇迟疑了一下，还是摇了摇头，拍拍阿伦森的肩膀，平静地说：“我们的合作是有限度的。两个人朝夕相处跟只是偶尔打打招呼是不一样的。你是个好人，而我是个混蛋。”而后，就轻快地走开了。

我也好像被这种交易的强烈气氛推动了一样，步履蹒跚地走开

了。看到绍洛伊正靠在墙上，嘴里衔着一根牙签，大拇指别在腰带上，装着很粗野的样子。他看着我，带着一种嘲讽的口吻说："你准备好为暗物质送葬了吗？"

说实话，我此时还没能接受暗物质灭亡的厄运。乘车回宾馆时，一个人愣愣地坐在那里，听着车厢里的嘈杂声，心里很是忐忑不安。接下来的整整三天里，海滩上几乎没一个人。好像这种恐慌的气氛会传染似的。会议开始就像一场失控的宪法大会，接下来任何疯狂的事情都可能发生。没有人负责会议，我此时反倒希望有人突然跳出来再次重申稳恒态理论。我也突然感到自己对什么都一无所知。周围是一群兴奋的天文学家，喋喋不休地喧闹着，而我一个字也听不明白了。

早晨的时候，桑德奇要求5分钟发言。他讲道："考虑到大家所说的，你们也许会疑惑到底是否存在哈勃常数，"于是，他拿出了那张经典哈勃图——这张图曾经遭人攻击，在宇宙论的道路上也未起到大作用。图上标有多年来，他在帕落马尔工作到深夜，才取得的巨大椭圆星系的红移。那是一条直线，他解释说，最远的椭圆星系的特殊速度，可达到每秒钟4 500公里，而哈勃图依旧不变。

"我要说，确实有哈勃常数的存在！"他声音洪亮地宣布。

宇宙学家们都站起欢呼起来。

危险已经过去了。后来，塔姆曼边摆弄着烟嘴边说："如果阿伦·桑德奇没参加这次会议，那些天文学家或许已经把宇宙膨胀论扔到窗外了。"

但是凯奥霍沙滩上的"杀戮"还没停止。

整个一周，可信度的界限在慢慢扩张，终于，大会的组织者说话简练的塔利本人打破了这个界限。他声称，自己花了很多心血做得的测绘表明，几乎所有的星系和星团都是处于一个跨度为15亿光年的四层"薄饼"中。塔利讲话时既无大吹大擂，也无故做谦虚，而是懒散地站在放讲稿的小台前，双手插在口袋里，向大家做平静的描述，说自己的新发现乃"微波辐射背景以来，向观测天文学注

人的最重要的内容了。”

“讲下去，布伦特。”下面有人在喊。

就在5年前，泽利多维奇和绍洛伊曾经以中微子“薄饼”来设想整个宇宙的建构。今天，塔利的“薄饼”可以抵上他们的一千张了。这张“薄饼”太大了，对中微子也是如此，整个科纳会议也一口吞不下它吧。与会者一边争论不休，发表着惊人的言论，一边贪婪地咀嚼着这张“大饼”，最后——却又对它产生了怀疑。

现在又是沃库勒尔高兴的时候了。毕竟，他一直认为宇宙是丑陋的团块，是理论家的是非之地。他闲谈着说：“我好像听到了以前的声音，阿伦说不存在本超星团。”

“我没说呀，是麦克雷说的。”桑德奇尖声反驳道。

“可是，你告诉我的呀。”沃库勒尔回击道。

在每次会议前或中间休息时间里，沃库勒尔会在宾馆的门厅里发表一番言论，他把公文包打开，放在一张咖啡桌上。有时候我们都望着过路去向凝固的岩浆之间的海滩的行人，而他却在沉思。“塔利的话真是一个好证明，”他衣着比前几天随便了一些，摘下了领带，戴了一顶牛仔帽。“当然，他得有理有据。你们这一代人，从小到大都是被人教导说宇宙是均匀同性的、宇宙里没有超星团，等等。”

所以最终，沃库勒尔被证明是对的，而桑德奇也没错。他们各自会携胜利而归，可惜皮肤都没有晒成健康的古铜色。我只有等着瞧他们各自不同的胜利将如何调解一致。恐怕是永远看不到了。

理论学家们一个个垂头丧气。对于这种闻所未闻的超规模尺度结构，他们根本没任何思想准备。他们下午的讨论，只是一些一般的原则。凯泽就人们如何极易错解红移研究，提出了几点意见。总之，理论家们一致认为，自己的一方没有全力以赴，所以塔利拿出几个小小的奇闻，就把他们打败了。

最后一晚，我和绍洛伊、邦德、凯泽一起去了当地一条步行商业街吃越南菜。而后，我送他们上了返回匈牙利的飞机。“真希望

那些观测者知道我们是如何渴求寻找有关速度的数据的，”邦德有些伤感地说，“可是，他们并不想要我们的理论，并不太想搞理论的人告诉他们该研究什么，怎样去测定。这种局面真的太不平衡了。有些人就是想包揽一切。很遗憾。”

第二天早上，桑得奇最后一次轻快地走到我面前。“笑一下吧。你可是身处众多的知名天文学家中间呀。你是不是也很兴奋？这可是科学领域中最让人兴奋的领域了。”接着，他脸色严肃了起来。“布伦特·塔利让它变成这个样子的。这次会议充满了宽容之心。”

是不是相互间的宽容呢？我有些怀疑。

“当然是了。”桑德奇刚才的兴奋已有些苦涩滋味了。“他们的距离指示值可算基本已经成型，尽管有种种不和谐的声音，他们进展良好。看看，他们发现的那些东西！真是次无与伦比的大会！”

“我对此有热情吗？有。我在这个领域才刚刚起步啊。”

23

另　一　面

探索宇宙起源以及宇宙将何去何从的问题，是人们自古以来的追求与向往。但是，宇宙学并不是一门古老的科学。直到1917年，爱因斯坦首次设想，宇宙是一个膨胀的曲面空间。10年后，哈勃发现，地球附近的星云其实是相互远离的星系。如果把这些事件作为宇宙学诞生的标志，截止到科纳会议，这门学科的历史也不过才六七十年的光景，整个可追溯的历史，也就压缩到了相当于某人一生的时间——例如桑德奇的一生。桑德奇说的很对，他在这个领域刚刚起步。其实，每个人都是刚刚起步。

离开科纳时，我感觉到，宇宙学已经跨越了某种分界线，感到一个时期的消失，另一个时期的开始——也许，还没有诞生。但是，要确切说什么东西就此消亡了，却也很难——也许是那种青春的无知，那种认为答案唾手可得，宇宙不甚难解的狂妄？我们不再年轻，那些轻松而来的答案也已经飞逝而去，永不复返了。

科纳会议既没有媒体，又没有公关人员，也没有产生什么，没有发言内容的事先介绍，就是说，连正式些的论文传发都没有。所以，外界很少有人知道，我们在那个与世隔绝的热气腾腾的熔岩之地讲了些什么。我急切想听到外界天文学大圈子由此产生的轰动——但是，什么也没听到。在这3个月里，我到过欧洲、澳洲，同那里的科学家聊天，但是关于科纳会议，关于那张超大“薄饼”，关于宇宙的大块飞速移动，却无人提及，更不用说文字报道了。此时，我真怀疑，那次会是不是一个集体的错误。在大雪飘飘的俄罗斯，科纳会议像是一场梦。梦中的宇宙学怪兽站在代表真理的帘幕

的背后，向他们投去让人不安的一瞥。帘幕闭上了，那场疯狂宇宙的噩梦还在延续。或许皮布尔斯讲得对——那永远没什么意义。

科学是这样的，宇宙学也如此。有人会不遗余力地修建大教堂，就会有一些初出茅庐的无知者因意见不同而将之破坏。在我看来，作为一个科学家，其工作本身就包含着不断将自己暴露给最能伤害你的人，暴露给能一眼看穿你、并把你批得体无完肤的人——你的那些竞争对手。科学，靠的就是将个人得失压成粉末才能取得进步。桑德奇的前半生，就是在不断地修筑着时间与距离的“大教堂”，后半生就用来支撑着这座建筑免遭摧毁。充满暗物质的“暴胀”宇宙论也可以说是前人修筑的一座“大教堂”，它是否会被那个能引起天体移动，由“七武士”之一的艾伦·德雷斯勒称作的“巨大引物”所摧毁呢？我们不得而知，人们对此也是头昏脑胀，难以下注。

许多天文学家并不愿意跳到塔利、“七武士”或科纳会议中其他狂人的彩乐车上，附庸任何一方。要证明那些奇思异想还需要长期的劳苦工作。例如，需要去探索南部天空，因为南部天空现有的几个星系脉与北部天空的根本不相吻合。“七武士”的探测分析与结果，只是基于别人的数据，缺少第一手数据的有力支持，只能算是从一个小小的茅屋作坊出来的。不久，“七武士”内部发生了口角，实际上，他们的数据，就像我们看到的天空一样，一团模糊。宇宙学论者自然仁者见仁，智者见智。

读者可能会想，真理也经常在自己的面前晃荡，然后猛然一下就被拽走了。此时，没有人会埋怨你这样想。如果一切理论最终都证明是错的，开始为什么要学习它们呢？一个阴沉的冬天，在莫斯科的一间办公室里，泽利多维奇做了结实。他谈到了“超弦”。“在物理学上，我们真真切切获得了一些东西，”说着，食指在我鼻尖前面晃动了一下。“即使真的存在十维超弦，我们已学的东西也不会完全被否定。科学所探索出的不会再返回到未知了。”

伍迪·艾伦同一个又一个女人的婚姻一样，以失败而告终，但那些女人却是一个比一个更出色的。宇宙学，一次次失败，但却是

向上发展的。科学，并不像阿普等人所想的那样，并不会倒退：明天报纸的头版头条也许更加深奥难懂。星系将依旧是量子波动造成的，暗物质依旧拥抱着宇宙，观测者依旧会悄悄地在天空中“挖掘”出惊人的玩意儿来。理论家的头脑中也还会闪出具有不可言喻的美感与逻辑感的古怪念头来。这是一场伟大精彩的表演。这场表演有停歇的时候吗?

这些想法在我脑海中翻滚。一来想找到更加坚实的解释，二来想知道我这些文字该如何结束。于是，冒着11月的小雨，我驱车赶到了巴尔的摩，去听桑德奇职业生涯的最后一次重要演说。

桑德奇完全成了一个四处流浪的人了。离开圣地亚哥之后，他去了夏威夷大学，然后是英国、中国，而后作为约翰·霍普金斯的客座教授和空间望远镜科学研究所的视察员去了巴尔的摩。科纳会议的余热，恐怕要等到下一轮全新的论文出版后才能散尽。所以，一次我们偶然相遇时，桑德奇还咆哮着说：“天文学高不可测，你所得到的仅仅是各种观点，包括我也只是观点。哈勃常数就是50，不管会上他们是怎么测量的。”

“难道是上帝化为一团燃烧的树丛告诉你的？”

“是一个浸礼会的牧师告诉我的，但他没说是怎么知道的。”

这次集会本来是为庆祝哈勃诞辰97周年的。空间望远镜科学研究所原打算，举行年度演说来庆祝该周年。而且，按照(国家航空和宇宙航行局NASA)的计划，准备在哈勃空间望远镜发射一个月之后进行就职演说，这就标志着开创了天文学的新纪元。可是，就在科纳会议结束两周后，“挑战者”号宇宙飞船爆炸了。新纪元被抛入了无底的深渊。这次桑德奇的讲话就是连接新旧两个时代——一个还奄奄一息，一个还未露头脚——的一带阴影了。

巴尔的摩的代表美国天文学未来的空间望远镜研究所，整个笼罩在“挑战者”号失事的惶恐不安与低落的情绪中。研究所坐落在约翰·霍普金斯大学一边的陡峭小山坡上，校园的另一边是巴尔的摩艺术博物馆。博物馆建筑的顶端，由炽热的粉色霓虹灯组成的大

字，在雾中凸现出来，召唤着来客。

博物馆礼堂十分豪华，富于后现代风格，桑德奇正站在一个角落里，有点焦躁不安。他穿着灰色套服，十分庄严尊贵，表情颇为严肃。他说自己有点紧张，不过看起来举止得体，精神集中。他还抱怨说一天来水米未进。

该去讲话了。他既紧张又兴奋，轻轻地往前走去，好像他的老朋友们哈勃、巴德、赫马森也都在他的身边。“今天，天文学家们正做出许多令人难以置信的精彩论断。”他平静地宣称。“今晚，我想做的就是告诉你们，在座的非天文学家们某些精彩的论断，不知道你们在太空望远镜上天之前能不能接受它们，能否相信它们。”

“我们有多大可能找到解决宇宙学问题的方法，我还不能确定。这不仅仅是要靠空间望远镜来完成的一个梦想，而且是从有文字记载以来全人类的一个共同愿望。”

接下来的发言很让人吃惊，很独特。这是我听过桑德奇发言中最好的，也是所有科学家演讲中最精彩的了。但里面没有科学的成分，至少没有本书中叙述的那些东西：旋转曲线、希格斯场图解、大尺度结构的资料，等等。他只是提醒大家注意在技术资料突飞猛进中容易漏掉的东西，告诉大家天文学确实是在前进。星球的年代都极其久远，但并非会永恒存在，它们距离我们极其遥远，但也并非远得无限。他这些话格外令人信服。宇宙学的真理并不是藏在光与物质的比例中，也不是在哈勃常数的数值中，伟大的科学好比伟大的艺术，存在于最显而易见的地方。伟大的真理应铭刻在帕洛马尔的圆顶中，记录在人的大脑里：恒星是生而复灭的，星系是生而复灭的，原子是生而复灭的，粒子也是生而复灭的。就连自然之力，甚至“维度”本身也是生而复灭的。

如果说，桑德奇轻视超弦理论家是一种错误和讥讽，但是他下面所说的无疑是正确的：天文学最重要的一课就在于存在的本质是一个谜，一个最终证明，更乐意让人玩味，却不太愿意让人揭开的秘密。宇宙学的任务，就像古代的神话学一样：仅仅作为一个见证。

“为什么有存在而不是虚无呢？”他这样字斟句酌地问道：“在科学中，你可以问‘什么’、‘怎样’、‘何时’，但是‘为什么’却属于哲学领域。今晚，我是一个科学家，所以这样的问题就无从解答了。”

“是啊，创世的证据都在那里摆着呢，”他狡黠地压低声音说，“是啊，哈勃常数就是50。但是，并非每个人都同意……天文学这个领域，是以葬送天文家所取得的进步。”

他又提示性地说出了一连串的人名：苏格拉底、柏拉图、亚里士多德、哥白尼、开普勒，勒迈特。“这些宇宙学家都是我们的先驱，他们知道答案，但并不意味着我们也知道。”

他又讲到了自己爱戴的哈勃。哈勃此时是否正站在远方的高处，清清楚楚知道所发生的一切呢？“我们生活在一个黑洞之中，同另外一个世界完全隔绝。我们只有这样设想，哈勃是否真的在那个世界，是否正俯视我们，注视我们怎样去确定他的常数。如果是这样，他一定是微笑着的，因为这个问题，要比我们所知道的复杂得多。”

宇宙是左式还是右式？哈勃知道。“我由正物质构成，而非反物质，哈勃知道，”——这句话好像成了一句魔咒——“知道为什么会这样。”

停了片刻，他最后总结道：“如果真是这样，那么，我认为那些人类世世代代曾经提出的问题，另一个世界的人都能解答。”他的话完了，独自站在灯光照明圈里。而台下，观众都站了起来热烈地鼓掌。

桑德奇是属于自己时代的人物，他的口气完全没有哈勃时代的傲慢。在演讲中，他还向人们展示了那些老天文学家的照片，有巴德的，有哈勃的，有沙普利的。他让大家注意，照片中的这些人都没有笑容。因为宇宙学是一种严肃的事业。他是对的，宇宙学是严肃的，宇宙学家们整天都在冰冷的笼子里，捕捉、筛选珠宝一样美丽却又冷酷无情的星球。如果我们不是宇宙学家，那生命就失去了意义。也许有一天，桑德奇身上的原子，或报告厅内所有人身上的

原子，都会穿过太空，分散开来，又重新在某个还未诞生的星星上聚合，或许是陷入某个黑洞，在那里，没有人会记得自己，记得此时的这个大厅，记得自己所说的话以及在这里所听到的宇宙学的辉煌论断。宇宙的惟一理智的前景只存在于我们的脑子里。下面，我们将永远记住桑德奇的样子：一个宇宙的嘲讽者，锋利如刀，快言快语，透着冷酷幽默,站在讲台的边缘如临深渊，一只眼睛扫视着观众，巡视着可能的问题，探求着铁一般的证据，而另一只眼睛则望着更远的地方。

一个在另一世界有朋友的人。

同时，桑德奇所说的“吃力工作”的天文学还在继续。1986年7月，理论家们聚到阿斯彭，探讨如何对他们的理论进行修补，或者通过宇宙弦理论，来调和同科纳会议上的“怪异”理论之间的关系。一周里，我记了满满一本，全是各种计算与论证：宇宙大爆炸或对称破裂时所崩出的稠密的能量管，是否能促进那些原始物质——暗物质也好，亮物质也好——形成星系或超星团。讨论就在室外的门厅里进行，而且就在野餐桌上“开了庭”。皮布尔斯传发着冗长的文章。一会儿坐下来翘起腿，一会儿又站起来在庭院里走来走去。“陪审团”仍旧缺席，只等在讨论宇宙弦时才来参加。

周末，皮布尔斯、施拉姆、斯泰格曼，还有他们的妻子、女友、我，共10人跟着一个叫莫里斯的人学了一次厨。莫里斯是一位法国大厨，在瑞士学的厨艺。他身材矮小，神情快乐。自己在阿斯彭有一处公寓，经营一家小餐馆。只要交一定的费用，莫里斯就会允许一小群人坐在他的砧板前，通宵边看他做饭，边听他讲。他的助手会在旁边斟酒，让客人开怀畅饮。我应该早点提莫里斯这个人。因为初见他，从谈话中就很明显了解到，他一直是阿斯彭宇宙学圈子里的不可或缺的人物。我本来打算跟着莫里斯一段时间，了解一下他的活动，作一些记录。但希望很快就变得渺茫了。整个晚上，晃动眼前的是厨刀、一碗碗的调味品，传着让大家嗅。还有热气、美酒、水煮鲑鱼、威灵顿羊羔肉，用文火在牛肉汤料里炖过的甜面包，

还有藏红花米饭。总之，吃了四道最好的法国菜，两道甜食。记录下来的，就是把每样东西放到炉子里以400F温度来烤。炉子指针盘和把柄都没了，里面塞满了碎布。而且每一道菜的配方开头都写着1/4磅的黄油。

几个小时过去了，我们蹒跚而出。天空布满了星星。施拉姆一眼看到了游泳池，犹豫了片刻，决定还是不跳进去的好。

第二天，我和皮布尔斯徒步登高，去马伦·贝尔斯附近的一个关塞。此时正是夏季，天下着雨，感觉凉丝丝的。高地的草原上大片大片覆盖着白雪，一条条溪流飞奔而下，湍急得无法涉足。往下走时，皮布尔斯在两条“之”字形山路之间找到了一条捷径，上面覆盖着白雪。皮布尔斯颇不自然地微笑着，弯了膝盖，重心前移，如处在专门滑雪坡上一般，沿着45度的雪坡很优雅地滑降了下去。而我则一屁股坐在雪上在后面追随他滑行。

“我不知道怎样来下论断。”休息时，皮布尔斯终于开了口。“当然，天文学界有许多让人惊奇的消息。由于众多的观测、数据，宇宙学的确是在进步。不过，我认为理论还是极不可靠，我们还没有一套合乎实情的可称得上清晰的理论。那些粗略的轮廓，即宇宙膨胀已然很清楚明白。引力不平稳，也显而易见。但是，细节问题呢——星系如何形成了今日的大小，如何成就了那种布局？这些一直悬而未决。我对任何具体的模型都不太感兴趣。从我儿时起到现在，人们的观点发生了太大的变化。在我刚开始工作时，宇宙学是一个公开的清清白白的领域。你可以任意想像，只有你想像不到的，没有你发现不了的。”

“现在，由于理论工作的压力越来越大，从这种意义上说，这个领域已经走向危机。理论阐述必须越来越清楚细致，从而越来越有预见性。我想，不久我们就会感到，似乎更多的理论都是错的。如果幸运的话，会有一个理论存活，为我们照亮前景。如果没有这样的理论，我们只有在更加广泛地撒网来寻找了。

“会有危机出现。事情本来就是这样子，我想在宇宙学里最终

会发生危机的。”

我准备第二天去圣克鲁斯，那里正召开一个星系研讨会，有许多观测家会出席。于是，我问皮布尔斯，对那些人是否有明智的建议。他咧嘴一笑，昂起脑袋看着天空。

“告诉他们，多观测一遍。”

圣克鲁斯一片浓雾茫茫。早上是雾，中午则阳光灿烂，晚上星光闪烁，第二天早上又是雾了。这种节奏不正像宇宙学的西绪福斯征途一样吗？从灰暗到明朗，再到灰暗，永无休止。东部理论家编织着奇妙的想法，西部观测家依靠各种仪器，惜秒如金地利用着望远镜。在哈勃和沙普利时代，两种派系分歧至今仍在延续着。离开阿斯彭讨论会飞向圣克鲁斯的路上，我感觉它在紧紧地抓着我。谁能更好地作为上帝的代言人？是那些在现世的混乱中，声称自己能够偶尔瞥到神秘的柏拉图对称的理论物理学家和几何学家——换句话说，那些能看懂上帝念头的人——或者是一生都在盯注着上帝所造物的天文学家和实验者？

戴维斯、怀特，还有弗兰克，都准备好了对宇宙观测者和弦理论家的危言耸听进行反击。该反击是基于最保守，而至今最正统的暗物质理论。他们修正了一下电脑宇宙模拟，以回答一些诸如天文学家通过望远镜观察一细长条的宇宙时，能看到什么问题。他们称，暗物质存在的迹象同观测到的目标并不那么遥远。在模拟数据上，已经显示出了明显的空洞和超星团。

怀特来圣克鲁斯时，脚腕上打着石膏，他的脚踝是在跳民族舞时给弄断的。在会议的倒数第二天，他做了场激烈而固执的发言。他强调并用大写字母写了一句话：你必须跟着观测者的步伐走。他的主要观点是，当观测最可靠时——即弄清了星系和小星系群的特性时——暗物质理论最有说服力。反之，公然否定暗物质理论是因为观测做的还不到位，不可靠。只凭这一点，放弃暗物质理论是操之过急了。暗物质值得作为一个标准模式。最后，他补充一句说，自己也搞不懂为什么那么多人趋之若鹜地去研究弦理论。

晚上，几个弦理论家从阿斯彭乘机到了，准备明天的发言。我碰上他们时，尼尔·图罗克和安迪·奥尔布雷克特，正在从租来的汽车行李箱里卸背包。他们在洛基山打了几周排球后，显得瘦长，皮肤晒成了古铜色，却又十分轻松，就像大赛前夕自信夺冠的运动员一样。

我就问他们关于弦理论。“弦理论不是宗教问题。”图罗克坚定地说。

“是真理。”奥尔布雷克特补充道。他们拿着行李，一面咯咯笑着，一面摇摇晃晃地沿路下去了。

第二天早上图罗克发言了。但还没讲多久就被怀特打断了。“如果我们确实需要热暗物质的话，那么还用弦理论干什么？”

性格温和的普里马克帮着解释说，弦理论只是现代物理学的一个一般特征。“弦不是那么不着边际，不可接受吧？”

“那么我们就没必要发明弦理论了？”科林·诺曼尖声反问道，嗓子嗡嗡作响。他是英国理论家，从空间望远镜科学研究所赶来，一头金黄的头发。

“从粒子物理学角度来讲是这样。”

诺曼又嘟囔道：“昨天我们听到了一个理论，讲得已经很好了。”

“科林的话等于说是天文物理学中的沙文主义了。”普里马克温文尔雅地说，“就是说只能允许有一个宇宙的存在了。”

当我们从会场鱼贯而出时，外面的阳光还笼罩在薄雾之中。这时，我回想起了很久以前霍金在英国皇家学会的台阶上曾说过的话：没有单个惟一的宇宙，根据量子论的奇怪法则，有些观测者认为宇宙在坍缩，有些人认为它在永不停歇地运行。我想，对这些人也可以用同样的办法。对暗物质理论家来说，可以有一个宇宙存在，也可以有一个由“弦”来统治的宇宙，可以有一个存在常数的宇宙，还可以有一个存在着不均匀微波辐射背景的宇宙。就同那个电子飞过狭槽的比喻一样，是因为物理学家还没有最终能把探测器放好。宇宙同样如此，对它的本质的了解还处于一种过渡状态。还需要有

更明确的实验以搞清楚暗物质是怎么回事，以让宇宙的大尺度结构更加定型，更加具体。就像惠勒和霍金所说的那样，我们是处于某种梦境的十字路口，都是从那些代表“可能”的量子废弃物中，变戏法似地造出我们自己和我们周围的一切。

一个宇宙，十亿个梦想家——这几乎是一场完全没有希望的协作，当然，也不是完全没有可能。宇宙学家们都站在了同一条船上了。这并不是一条巨大无比的船，船员们即使偶尔会为争夺食物而斗，但也 并不是不可管制。在很久以前，即许多参加这次讨论会的人还未跨出校门时，鲍勃·迪伦在“关于第三次世界大战的忧郁蓝调”上就唱道：“如果我能出现在你梦中，你也将走进我的梦里。”

一天晚上，天文学家及宇宙学论者们聚在一起，在一个寄宿专科学校的餐厅里聚会，品尝奶酪与美酒。这次是普里马克的妻子，南希·艾布拉姆斯请的客。她既是“卡芭莱”歌手，又会写歌词，还是名律师。许多歌都是她自己谱的曲，并特别混进了民乐风味的黑色幽默。在科纳会议，从冒纳凯阿火山乘车下来时，她还写了一首歌：

在圣克鲁斯城，
有一群天文学家搜索着天空。
他们告诉我他们的发现，
从那三百个夜晚的观测中：
　　我们住在一个膨胀的宇宙里，
　　膨胀的宇宙，膨胀的宇宙。
　　我们住在一个膨胀的宇宙里，
　　膨胀的宇宙，膨胀的宇宙。
他们测到了哈勃漂流，
从室女座到长蛇-半人马座。
他们发现了一件奇妙的事情，
哈勃常数如泉水丁冬。
　　我们住在一个膨胀的宇宙里，

　　膨胀的宇宙，膨胀的宇宙。

既有空洞又有长丝，

还有无意义的特殊速度。

理论学家们还要坚强。

暗物质还在半途中。

　　我们住在一个膨胀的宇宙里，

　　膨胀的宇宙，膨胀的宇宙。

在场的人都举起了沙多葡萄酒，一起放声歌唱起来。

编后记

黄金时代

1991年1月该书首次出版。无巧不成书，同一周，海湾战争爆发了，这一消息，对宇宙学界来说，甚至对整个科学界，都不是什么好事。哈勃天文望远镜，有史以来花费最高的望远镜于前一段时间，在国家航天和宇宙航空局的鼓吹宣传等荣耀中发射上了天。但是不久宇航员就发现，94英寸的主镜已经变形，原因是由于磨制数据有误。还有，《自然》杂志发表一篇报道，说宇宙中还存在着无法用暗物质理论来解释的更大尺度结构。于是，就有一大堆头版头条新闻说，大爆炸理论也该废弃了。曾在麻省理工学院获诺贝尔生物奖的戴维·巴尔的摩[①]，也正遭公众唾弃（最终可能被迫辞去洛克菲勒大学校长的职务），因为在他与一位同事合写的一份论文中，同事提供了虚假数据，而他还为此同事辩护。罗伯特·盖洛，HIV病毒的发现者之一，被人控诉说是从法国窃来的病毒。超导电超级碰撞机，就是正在得克萨斯建造的周长50英里的粒子加速器，因费用超负荷，在国会上遭到抨击，不久就会停工。就连斯蒂芬·霍金也难以幸免。他的那本《时间简史》因在好莱坞被人们视为消遣书，而沦落成了平庸的经典畅销书，由此变得臭名昭著。他本人也因与妻子的离异遭人在茶余饭后议论不休。

接下来又有很多事情发生。太空行走员给哈勃空间望远镜装上了矫正透镜和一架新的摄像机，修补了原来的缺陷。同时，口径10米的凯克望远镜在冒纳凯阿火山见到了第一缕曙光，为后来一系列

① 巴尔的摩现为加州理工学院院长。

望远镜的建造开创了先河。[①]如果说80年代的宇宙学界是以无畏的念头与思想为荣的话，90年代就是一个充满数据的时期，宇宙学家们开始讨论怎样最终测定，那些他们长期以来争论不休的参数了。比如说，可以界定宇宙年龄的哈勃常数、可以决定宇宙命运的物质密度，等等，而且随着科学的成熟，测量更加精确。

90年代，有两个惹人注目的发现。一个是人们期盼已久的，另一个却出人意料。第一个就是对“大爆炸”的起因及内部机理的研究。这让宇宙学家们更加确信，他们一直坚持的宇宙起源观是正途。第二个发现却让他们对未来更觉飘忽不定。好像他们越是精确地抓住那些宇宙数字，就越搞不懂这些数字的含义。

准确地说，新时代的开端可追溯到1992年4月份。当时，国家航天和宇宙航空局宣称，“宇宙背景探险号”卫星已经从宇宙背景辐射中分辨出一组微弱的辐射温度的差异。据说，宇宙有今天的这种结构就是温度差异所引起的。迈克·特纳把此发现视同耶酥圣杯的发现相媲美。该任务组的组长乔治·斯穆特对此也兴奋不已，并忙着打比方说：“如果你相信宗教，这就好比见到了上帝。”并且立即签了一个出书合同，开价数十万美元。

他的这个比喻说得并不过分夸张。因为用“宇宙背景探险号”所全力寻找的，正是关于那些闪烁的星系以及其他宇宙结构的形成与演化的理论根据的。那些相互抗衡的宇宙起源论，都有一个共同

① 以后的十年中，总共有6架口径8米甚至更大的望远镜投入使用。其中有得克萨斯的9.2米口径的霍比·埃伯利；冒纳凯阿山8.3米口径的日本Subaru,与凯克在此并驾齐驱；巨型望远镜的先头两部分，是由欧洲南方天文台所造的四架8米口径望远镜连在一起而成的庞然大物，该天文台所在地，智利的塞罗帕拉那尔，未来仍将是地面观测天文学的最惹人注目的基地。但是雄心与精巧并不只体现在这些大件上。在新墨西哥的阿帕奇山顶，一口径为3.5米的可称为电子摄像机的望远镜也开始启用，并开始为斯隆数字技术研究组拍摄出天空的照片。该调研组是几个结构的联合，目的就是重新标绘出宇宙图并测出一百万个星系的红移。与此同时，国家航天和宇宙航空局继哈勃空间望远镜之后又发射了康普顿γ射线天文台和昌德拉塞卡X—射线望远镜。接着又有大量的较小型的宇宙飞船上天。这也是宇航局发起的一项新运动的一部分。该运动的宗旨就是科学上要“更快，更省，更好”，以更有效地利用宇航局开发宇宙空间站和飞船所余的那部分经费。

点，就是都认为宇宙中最初的那种未知粒子与能量相互冲击融合，密度逐渐变大，后来又在引力的作用下，形成了今天的星系。根据“暴胀”宇宙论，“大爆炸”中喷出量子，这些原始的种子应该是量子波动；而对弦理论来说，这些原始物质是来源于对称破裂的不均匀、不连续。无论如何，作为宇宙结构的源物质，它们在宇宙辐射中应显现出冷热不均的斑点。然而，众所周知，自从18年前发现宇宙背景以来，宇宙大爆炸产生的电磁波动的近一百万年的特征却出奇地平均，令科学家颇为丧气。

1989年“宇宙背景探险号”发射之前，人们所知道的宇宙背景温度一直很恒定，差值只有约万分之三开氏温度。微小的温度差异像一个套圈，紧紧地勒在了理论家的脖子上。“暴胀”论推断的温度差异只有十万分之三度。该卫星有一对喇叭形天线，可以测量天空中两点之间的温度差。接下来的两年中，卫星绕地旋转时，这对天线也随之一遍遍探测太空。宇宙学家在地面上焦灼等待的同时，它逐渐绘出原始天空的图样。

乔治·斯穆特个头很高，面色和蔼，是个工作狂。他总喜欢穿颇讲究的套服，戴着图案大胆的领带。他把全部精力都投入到微波背景辐射的研究上了。对“探险号”的管理也一丝不苟。而他的研究结果一直风声不露。直到1992年，在华盛顿举行的“美国物理学会会议”上，世人对他的研究才有所了解。会上，他展示了第一年所取得的资料，就是那张宇宙图——椭圆形的轮廓里布满了红色和蓝色的小点，代表无规则噪声。据他解释，图上没有一处区域，可以完全被确定为是宇宙大爆炸中的冷热点，而且，这些成片的暗记在空间范围上太大了，星系不可能是从由它们产生的。而在表示噪声的小点内，却有相当的温度差异。不过，这个差异要靠十分有力的对射函数数据才能发现。对宽度小于10度的东西，“探险号”的喇叭形天线根本分辨不出，而根据标准理论，星系应来自于更细微的宽度为1度的波动。这样，斯穆特所标的那些热点，可能就逐渐产生了现在宇宙的巨大结构。

斯穆特后来声称，他把这个发现比作“直面上帝”，部分是为了强调这些波动的巨大规模及巨大意义。不过，他很快就觉得不应该这样比喻了。尽管前年报纸上许多头版头条否认“大爆炸”理论，但是宇宙学家们对此却深信不疑。但很明显，这个理论确实岌岌可危了，公众对此开始疑惑。所以，当斯穆特宣布自己的结果时，才受到如此热烈的欢迎。因为此结果表明“大爆炸”理论还有生命力，宇宙学家这些年也并非在招摇撞骗。这是否也能证明“暴胀”论呢？还不行。不过，充满希望的一步已经迈出，理论学者们也松了一口气，他们说，如果“探险号”没有探测到波动的话， 那才是个天大的消息呢。

然而，“探险号”的探测结果仅仅是一个点的数据，只是瞥见了物理现象中的九牛一毛。这些结果也许只是让人们更加确信，属于21世纪的物理学梦想是存在的——就像宇宙背景的发现曾经告诉天文学者们早期的宇宙确实存在一样。只有等到更多的分辨力更高的观测[1]把宇宙早期的真实面目描绘得更加细致的时候，宇宙学家们才能确定“暴胀”论，及其他想所未想的念头，是否能正确的解释宇宙的起源。

这样一场要找出世界从何而终的赛跑，6年后却成就了天文界最惹人注目的，最让世人震惊的发现。自从埃德温·哈勃发现宇宙正在膨胀以来，天文学家们就一直致力于此研究，想确定出膨胀的结局如何。宇宙的总引力会不会终止这种膨胀？并出现所谓的“大挤压”？或者宇宙会一直不停地膨胀下去？1998年早期，两组相互竞争的天文学家都宣布引力不但没有让膨胀减慢，而且宇宙好像在加速膨胀。这让天文学家颇为困惑。他们是不是又发现了一种新的自然力？或者爱因斯坦的宇宙学常数真的存在并在起着作用？该常数是爱因斯坦假设的，用在他的方程中作为一种排斥力量以保证宇

① 两个卫星，一个为国家航天和宇宙航空局的MAP号，另一个为欧洲空间局的“普朗克号”。预计在21世纪早期可以达到此目标，即测量到角度达到几分之一度的宇宙背景波动。当然，如果那些聪明的气球实验不占上风的话，情况会如此。

宙不坍缩。后来，又以错误的设想而被爱因斯坦放弃了。

无论是一个组的保罗·帕尔马特，还是另一组的鲍勃·基施纳，当初都没想着要复活爱因斯坦的常数。前者是劳伦斯·伯克利实验室的物理学家，带领着一个研究小组。后者则是另一组的杰出成员，是哈佛大学的天文学者，十分健谈而且直言不讳。实际上，两个组当初都没想过要复兴爱因斯坦的假设，恰恰相反，他们是要回到哈勃和桑德奇的经典宇宙论的：即通过测定减速参数q0来确定宇宙的结局。

该参数就是用以测量宇宙膨胀时速度的下降大小的。如果宇宙中的质量或重力可以忽略不计，那么空间就会一直匀速膨胀下去，而且物体对比此距离的红移，将显示为一条直线。然而，现实中，如果观测的范围足够广，如果考虑到宇宙过去比现在的膨胀速度更快，红移线就是弯曲的。其曲率会将我们居住的宇宙的本质，明显地表现出来。要想得到减速参数，需要一个标准烛光做参照，且此参照物的距离能够通过望远镜中其视亮度来准确测定出来。桑德奇大半生都是用矩形椭圆星系作为标准烛光的。但是，最后他却发现，那些椭圆形星系并不像他坚信的那样恒定不变。

帕尔马特身材瘦长结实，头发黄里透红，说话速度很快。在1986年时，他刚从伯克利获得物理学博士学位。在一个大型粒子物理实验中充当“齿轮”的角色。他也想能不能找到另一种发展之路，最后他选择了天文学。他说：“天文学家应该有能力不用粒子加速器就可以提出最基本的问题来。”他的加州大学校友，天文学家卡尔·彭尼帕克曾设计一个自动望远镜来搜寻超新星。两个人就想出用超新星来测定宇宙的减速。

很明显，超新星的亮度足以使它在整个太空中易于观察发现。而且，最近的研究表明，一种较小型的超新星十分稳定，可以作为标准烛光。这种藏于太空闪亮“煤箱”中的天体炸弹很稀少，只要找到足够的数量，问题就迎刃而解了。

帕尔马特和彭尼帕克，最终提出了超新星宇宙论计划。要实施

这个计划，必须有国际上多方望远镜的密切而巧妙的配合：首先智利境内的电子摄像机，要拍出一道长而宽的星系带，以保证在任何超新星可能爆发的月份里探测到它们。一旦发现超新星，哈勃空间望远镜，就对它们进行分别监视并测定其亮度。而凯克及其他巨型望远镜，可做详细的光谱分析，测定最关键的红移。

并不是所有的人都看好他们的计划。实际上，该计划长期以来都遭到一些经验丰富的天文学家的审视，尤其是搞研究多年的超新星专家施基纳。施基纳所在的委员会，主要就是检查伯克利分校新建的粒子天体物理学中心的工作进展的。而帕尔马特的计划基地也在这里。帕尔马特抱怨说："我们这儿每年都被检查三四次。"

帕尔马特也承认，计划刚起步时，他们确实出了不少错。直到计划入轨7年后，即到1995年，他们才发现了预想数目的超新星。恰在这个时候，施基纳和其他几个天文学者却也成立了"高Z 值超新星研究小组"，开始进行同样的研究。帕尔马特小组对此甚感震惊。10年来，那些人一直调查着他们怎样发展新技术，并一直对他们的想法不屑一顾，现在却成立了同样的小组。或许要将他们挤到一边了。一想到此，便备感痛恨。施基纳却说，多年来他和别人所做的批评指点，促进了帕尔马特超新星计划的进展，并且使之更加可行了。而且，观察和分析超新星爆炸时的亮光所需的细致技术，大部分都是他本人和同伴们设计出来的。那么谁更有权把这些技术应用于解决宇宙学问题呢？

于是，紧张的较量拉开了帷幕。接下来的几个月里，施基纳和帕尔马特在各种各样的会议中从不同台露面。至少其中有一位天文学者改变了自己的立场，就是加州大学伯克利分校的阿列克谢·菲利片科。谣传他对自己所在的帕尔马特小组不甚满意。不过，搞基层研究的两组成员还是互相协作共同完成技术方面的论文，并时常共用望远镜进行观测。

两个组的状况正好反射出了各自初建时的精神面貌。帕尔马特领导的物理学家组织严密，管理严格，与他当初不愿充当齿轮角色

的粒子加速器研究小组的状况不相上下。而新建的这个组，挂名组长为澳洲Mount Stromlo and Siding Spring Observatory 的布赖恩·施米特，组织散漫，疏于联系，一年才会面一次。尽管在超新星计数方面落后，这个小组高层专家的天文学专业知识使他们得以得心应手地使用现有数据。两组的计划都进展迅速，一路你追我赶，互不相让。“嘿，宇宙中最强的力是什么？不是引力，是嫉妒。”施基纳在《纽约时报》上说。

一年后，即1996年，帕尔马特小组收集到了7个超新星的资料，他认为可以初步确定宇宙正减速膨胀了。加州大学洛杉矶分校在圣莫尼卡举办了一次会议。会上，帕尔马特十分谨慎，并没有贸然给出减速参数的数值，也没断言宇宙未来是否会陷入“大挤压”。不过，面对热情的人群，他宣布道：“我们要说的是，想得到一个加速膨胀的宇宙太难了。我们的宇宙是减速膨胀的。”

然而，这些具有历史意义的话，却是错误的。帕尔马特被一个变异超新星给误导了。随着在红移—距离图上标绘出越来越多超新星，减速膨胀的迹象也消失了。宇宙未来会继续膨胀似乎确定无疑了。人类对宇宙论也胜券在握了。

两个研究组几乎是同时公布了最后的结果。1998年，美国天文学会在华盛顿召开了大会。帕尔马特代表自己组，哈佛—史密森天体物理研究中心的皮特·加尔纳维奇代表另一组，同时宣布宇宙一直在膨胀，并将永远膨胀下去。宇宙中好像没有足够的物质可以牵制星系，甚至不能影响物质本身去停止毫无目标的快速移动。加尔纳维奇说：“如果用油表来显示减速参数的话，指针将指向零。”

这足以成为年度最大新闻了。《纽约时报》1998年1月9号那天的头版头条就是《最新资料表明：宇宙将永远膨胀》。也许若干年之后，《时报》的档案保管员会发现帕尔马特、加尔纳维奇，曾经跨时代地与桑德奇、哈勃平起平坐。在新闻发布会和其他正式报告会之外，又是另一种情况。帕尔马特研究组收集到40个超新星，施米特他们寻到了17颗（包括最遥远的）。这些资料似乎表明宇宙在

加速膨胀。突然间，每个人都在谈论着“宇宙常数”，但不再是把它当成错误了，而是一个实验中可行的东西。

实际上，有几个勇敢者早就一直关注宇宙常数了。包括能说会道的特纳在内，要不是他做了一些基本的研究，这种观点很可能被看成是奇谈怪论抛到一边去了。尽管爱因斯坦当初放弃了宇宙常数这一设想，可它好像并不甘心消亡。几十年中一次又一次等待着复活。90年代，由于多方面因素，这个被爱因斯坦曾经用λ表示的常数，终于普遍受到了关注。首先是现代量子物理学，预言空间里充满着能量，为排斥力的存在提供了依据。内外层空间的研究先驱，舞蹈天才雅可夫·泽利多维奇早在1967年就指出，这种能量会酷似爱因斯坦的宇宙常数，会在宇宙中产生一种排斥力。

其次，这种排斥力对宇宙膨胀的推动作用，可以很好地说明宇宙的实际年龄要比由其膨胀速度得出的年龄更大。这就为解决哈勃常数推出的宇宙年龄，和最古老星体年龄之间的矛盾，开辟了一条先路。两种年龄之间的矛盾酝酿产生于1995年。当时，支持哈勃常数为高数值的人似乎占了上风。年末一场广为报道的记者招待会上，温迪·弗里德曼宣布，用空间望远镜测量哈勃常数这一重大项目得出了初步结果，显示宇宙年龄只有80亿到120亿年。然而，最古老的星体年龄却高达150亿年。弗里德曼的观点引发了《时代周刊》刊载了题为“解散的宇宙”的封面文章。

最后，按照广义相对论法则，宇宙常数就像质量和能量的另一种存在形式，可以增加宇宙的总密度，并有助于让重量极其不足的宇宙充实起来。“暴胀”宇宙论最辉煌的预言就是最大尺度上的太空在几何形状上应该是扁平的。在爱因斯坦—西特尔模型中，宇宙处于最简单最有利的情况，这时太空如果是扁平的，就意味着q0——宇宙实际密度与“大挤压”和“永远膨胀”两种情况之间的临界密度的比率——应该恰为1.0。由星光目录表和“大爆炸”中核自合成计算，早就推断出，宇宙中普通物质密度只能占临界密度的10%。宇宙学家们则期望，最终能够找到更多漂浮在星系周围的暗

物质，以弥补这一不足。

90年代悄悄流逝，天文学家们庆祝得到了大量的新资料，并发明了新技术来测量更大尺度的宇宙结构。其中有跨度达3亿光年的整个本星系群，也就是“七武士”曾经发现正向“巨大引物”靠拢的星系群。更多的暗物质被发现了，而q0的值估算到了临界密度的30%到40%。即使如此，宇宙大半还是空的。于是，越来越多的宇宙学家怀疑，q0会不会只停留到这个数值了。“没有根据说明宇宙有更大的密度了。也许我们应该放弃以前的想法。”马克·戴维斯承认说。一些理论家开始寻找另一种宇宙膨胀的观点，即这种膨胀产生的宇宙不会是扁平的。与此同时，就有人想能不能用无形的能量，即宇宙常数来弥补宇宙密度的不足。

迈克·特纳已经到了中年，童心依旧未减。他和许多人一样，开始认真研究λ，认为这是解决宇宙问题的一个突破口。1990年，他指出宇宙的最佳组合就是有1/3的物质，2/3的真空能量。这好比异端邪说，特纳回忆说，自己第一次提出这种观点时，感觉有一种被迫要四处道歉的压力。

但是他坚持为自己的模型辩护。最有影响力的一次是在1996年的普林斯顿大会上。这次会议是宇宙学问题表明最终观点的机会。他还是没有道歉，而是说，自己的理论正确与否还需观察。不过，这次会议上没人再说他的模型是个“笨念头”。

一年半后，在一次天文学会举行的会议中，特纳站在走廊里，盯着帕尔马特尚未发表的数据表看，那些数据表明宇宙的确受到某种奇异力量的影响。特纳边看边陶醉在自己的预言中，“这将是个奇妙的发现，”他轻柔地说，“它的意义在于存在某种我们不了解的能量，而这种能量是天文学家最先发现的。”

一个月之后，施米特的研究组在洛杉矶年会上公开了新的信息。这对帕尔马特小组无疑是一个冲击。两年前，同是在这样的年会上，帕尔马特曾宣布宇宙在减速膨胀，而两年后的会议上，阿列克谢·菲利片科宣布宇宙在某中神秘力量，排斥力或者反引力的作用下，

在加速膨胀。这一宣布可以说激怒了帕尔马特小组的成员。他们迅速抗议说本小组拥有更多的资料，而且研究得更谨慎。一个成员不满地说："他们只是从根本上证实了我们说的更正确而已。"

两组成员都称，很惊愕于研究对一个人会产生如此的影响。施米特说："我对此感到既惊奇又恐惧。"

帕尔马特也承认，两组的互相竞争的结果却是有利的。的确，两个意见分歧，时常争吵的研究组却几乎同时得出相同的惊人结论，这让别的天文学者对此结论不敢等闲视之了。虽然他们对最终的结果还保留自己的判断，但是，如帕尔马特所说，"如果只是一个组，让公众接受我们的结论恐怕很难。"

而公众"要接受的东西"，在一段时间内还不大可能弄清楚。这个绰号为"暗能量"的排斥力是否真是爱因斯坦的宇宙学常数，是宇宙的一个惯有特征？或者它只是一个短暂的现象？由于对初级粒子物理学某些方面未知而暂定的某种"场"？甚至有人提议宇宙是不是进入了缓和膨胀期。

在一个专门深入探究这些问题的会议上，特纳表示宇宙学常数应该是一个"暂时可行的解释"、"对爱因斯坦来说有用的东西，对我们也应有用。"然而许多物理学家更赞成短暂存在的"场"这一想法。保罗·斯坦哈特还借用亚里士多得的第五元素为之命名"第五元素"。物理学毕竟是生机勃勃的，每月都有新的理论出现，旧的理论又都有新的亮点，提出新的粒子和新的"场"，它们的存在或大或小地改变着宇宙。物理学缺少的就是，对宇宙学常数的一个说得过去的解释——至少像观测天文学那样，有合理的解释。

但是，让理论学家颇感不幸的是，量子分析的结果在表明太空中充满排斥能量的同时，也表明这些未知的能量密度应是物质密度的10^{120}倍。如果真是这样，那么宇宙在第一个毫秒里就爆炸开了，甚至连形成原子的时间都不会有。但是，宇宙确实是一直较平稳地膨胀了150亿年，这表明，宇宙常数，如果存在，即使不为零，那也不会很大。物理学陷入了相当的……变得非常脱节。在1989年，

一篇论文回顾了该课题历史上的各个疑点。著名的理论家史蒂文·温伯格把宇宙学常数称为“真正的危机”，要解决它，或许需要把量子论同引力理论结合起来。而许多理论家简简单单猜想宇宙学常数为零，是由于某种尚未理解的原因。如果不为零，那物理学家必须道出其中缘由了。

一次，有人请理论家弗朗克·维尔切克谈一下对宇宙学常数的看法，他只是引用了维特根斯坦的一句话。“对不能说的事情，我们要保持沉默。”

讲话台的旁侧传出了宇宙学家清嗓子的声音。

1998年秋季，华盛顿的史密森学院自然历史博物馆的会议厅里，迈克·特纳与吉姆·皮布尔斯同台辩论宇宙的命运。这种系列天文学辩论会每年都要举行。在辩论风格与场景布置上都是模仿1920年那场有历史意义的柯蒂斯-沙普利关于旋涡新星的本质的辩论。今年这场辩论推迟了几个月，因为原定与皮布尔斯交锋的戴维·施拉姆在1997年临近圣诞时因飞机失事而去世。

这一晚的辩论会就是为了纪念施拉姆的。这样做是合适的，特纳发言说，多年来施拉姆一直坚信会有一个宇宙学的黄金时代的到来。这个时代到来时，会有无数的资料将最终证实那些源于粒子物理学与天文学内外层空间的结合的大胆假设。而没有人比施拉姆更全身心地，持之以恒地去促进这种结合了。

现场的气氛刺激了特纳的情绪，他论述说，这个黄金时代已经到来了。“我们第一次有了一整套可行的关于宇宙内幕的叙述。”可记录的基本要点是：宇宙是扁平的，普通物质与暗物质共占宇宙密度的40%，“暗能量”占60%；“暴胀”引发了大爆炸；哈勃常数为65；星系产生于量子波动。

特纳继续说，如果这些结论仍然立于不败之地的话，那么1998年将被子孙时代纪念，因为这一年宇宙学问题彻底解决了。“虽然还会有许多惊人的消息出现，但我已经看到迷雾中露出的山巅了。”

皮布尔斯反驳时则引用了1931年威廉·德希特与爱因斯坦说的

一句话，“别忘了，所有关于宇宙的谈论都存在着大量的推测成分，这样是很容易漏洞百出、自身难保的。”

皮布尔斯说，德希特对成功的理论善于质疑，十分谨慎于分析别人对宇宙的知晓程度。宇宙学家如能做到他那样，会受益匪浅。皮布尔斯本人十分希望承认宇宙前景一片光明，但是在他的“记分卡”上，仍旧有太多的问号，而不是答案。

皮布尔斯曾经告诉过我，如果有人给他一块土碑，上面刻着宇宙学的答案，他会随手将它扔掉。因为真正的发现不是答案本身，而是你寻得答案的过程。今天他也不愿意接受特纳的说法。他举例说，宇宙学常数缺乏任何可靠的理论依据，宇宙学家就不能保证，将来超新星的资料稍微有些变动时，得出的结论会不会恰恰相反，即：太空产生的不是排斥力而是引力。如果是引力，那么无论宇宙中物质如何稀少，它终有一天会回缩。“如果你赞成‘大挤压’，这也多少是点安慰了。”

他最后说：“我们应该学到的就是在找到答案的同时也能找到科学的意义，否则就不要轻易谈论宇宙的结局。”

归根到底，宇宙学的至关重要的答案，还需从阴影中，从飘忽不定的错误中，从电子噪声中，从拍摄的斑点中寻到。也就是只有从那些高高的山巅上，从孤独的卫星轨道上，收集不折不扣的信息，才能寻到最终的答案。1999年，宇宙学常数与加速膨胀理论，恰似1929年的“暴胀”论与“大爆炸”论，双双并驾齐驱。也在1929年，埃德温·哈勃从星系距离与红移图中的十几个斑点中推测出了定律，从而找到了神秘之门上几个人类可以辨识的点。以此为线索，天文学大军散布于世界各地，开始了夜空研究。70年后，经过了几十万个红移分析，哈勃的理论好像第一次得到了重大的修正，而修正的方法他早已理解了。

推断出宇宙加速膨胀的根据是，代表遥远超新星的那些点，看起来比它们实际应呈现的亮度暗了10%～15%。就像皮布尔斯说的，对超新星的本质，或例如星际尘埃的成分的认识稍有变化，这些点

就会重新布阵，原来的结论会被推翻，甚至会有相反的结论产生。已经有传言说一架空间望远镜正孜孜不倦地随时发现，并追踪向任何方向飞行的超新星。现在是数据多产快产的时节，想像力与理解力却仍按自己的速度在奔跑。完全可以设想，将会有另一支天文大军搜寻太空，会有成千上万个小时的望远镜观测时间，会有对数据的巧妙的处理。只有经过了这一切，才能回答“暗能量”、星球加速运动及其他许多的由新的观测所引发的天文学上的问题。不难想像，未来的答案将与我们的设想差异更大，内容也更加丰富。帕尔马特、施基纳及他们的同事，是否真的发现了像哈勃膨胀那样基本的、不可或许的事实，只有让时间去说话。一种新的神话是否要诞生了，只有让时间去证明。只有时间、汗水以及新一代的天才们，能告诉我们这一切！

主要人物

马克·阿伦森：1987年4月30号晚，在基特峰国家天文台，配有4米口径望远镜的圆顶屋里，死于意外事故，终年37岁。当时他正着手搜寻M101星系的造父变星，因为这是测量哈勃常数的关键。

马克·戴维斯：加州大学伯克利分校天文系主任，国家科学院成员。

艾伦·德雷斯勒：1990年在《财富》杂志上成为封面人物，被列为美国科学界年轻带头人。其专著《驶向巨大吸引物》详述了“七武士”的研究历程，受到普遍的好评。

温迪·弗里德曼：在马克·阿伦森去世后，杰里夫·莫尔德重新迁回澳大利亚，她成了用空间望远镜测量哈勃常数的带头人。1999年5月25号，在宇航局主办的记者招待会上，她宣布哈勃常数为70公里每秒每百万秒差距。相应的宇宙年龄在120亿至130亿左右，正好与现行的最古老恒星的年龄估值一致。80年前的简单的“大爆炸”模型至今生命力未减。

玛格丽特·盖勒：1990年，被授予麦克阿瑟基金会颁发的5年一度的“天才奖”。但其本人在哈佛仍未谋得职位。同年，她与约翰·赫钦拉宣布天体物理中心的红移研究已经发现了长度共5亿光年的一系列星系，并命名为“长城”。

吉姆·冈恩：斯隆数字技术研究组的中坚科学家。该组是由费米实验室、普林斯顿大学、约翰·霍普金斯大学、华盛顿大学、芝加哥大学及斯隆基金会联手组成的。目的是电子观测整个夜空，并搜集到一百万个星系的红移资料。

艾伦·古思：麻省理工学院的杰罗尔德 扎卡赖亚斯物理学教授，国家科学院的成员。其书《“暴胀”宇宙：宇宙起源新探》1997年由艾迪生-韦斯利出版社出版发行，受到广泛赞扬。

史蒂芬·霍金：1999年春天成了“辛普森一家”的客串演出。

弗雷德·霍伊尔：新书《宇宙学另一途径：从静止宇宙到“大爆炸”，到现实世界》，预计1999年秋季由剑桥大学出版社出版发行。

爱德华·“摇滚”·科尔布：与迈克尔·特纳出版了《早期宇宙》一书，成了宇宙学研究生的教科书。该书在《引力与广义相对论》杂志上受到了研究生们的热情评价。

关于中微子，1998年6月，一群工作在日本Super-Kamiokaide中微子天文台的美国和日本物理学家报告中说，已经有证据表明，这种难以捉摸却对“大爆炸”和恒星天体物理学至关重要的亚原子粒子，具有轻微的质量。这个小组推断说，由大气中宇宙射线碰撞而产生的μ分子，正在慢慢消失，很明显，在它们能撞到Super-Kamiokande的水箱，被科学家发现之前，就已经振动成另一种形式的中微子了——而且μ介子只有具备一定的质量，才能完成这一转变。然而，这么微小的质量根本不足以影响宇宙的膨胀，这样的质量对中微子来说，也只能让它在暗物质中充当很次要的角色。

吉姆·皮布尔斯：普林斯顿大学爱因斯坦物理学教授。

罗杰尔·彭罗斯：出版了一本名为《皇帝新脑》的畅销书，有力地抨击了那些相对论和量子理论的伪解释。

维拉·鲁宾：华盛顿卡内基研究院的地磁学研究室成员。她依旧在研究星系动力学。

阿伦·桑德奇：1991年被授予Crafoord Prize——在天文界相当于诺贝尔奖——并获得瑞士科学院26万美元的奖金。他已经退休，但每天仍旧会去圣芭芭拉的办公室，这里已经重新命名为卡内基天文台了。他最新的研究所得哈勃常数仍旧是55。几位天文学家提出，考虑到统计数据的不确定性，桑德奇的55与温迪最近所得的70几乎是重合的。他们说，哈勃常数之战已经熄火了，桑德奇可以宣布胜

利了。桑德奇本人经常出现在有关温迪·弗里德曼的报道里。他说，论战还未结束。

戴维·施拉姆：1997年12月，他驾飞机去阿斯彭度假，因引擎故障飞机撞毁在丹佛附近的麦田里，不幸身亡，终年52岁。

加利·斯泰格曼：俄亥俄州州立大学教授。

亚历克斯·绍洛伊：约翰·霍普金斯大学天文学教授。目前专注于斯隆数字技术天空研究组的研究。他曾在的Panta Rhei乐队最近还由MCDC发行了名为“Epilogus”的唱片。

迈克尔·特纳：布鲁斯。V·劳纳和戴安娜。M·劳纳著名教授，芝加哥大学天文和物理系主任，国家科学院成员，其幻灯片经常在伯克利的CFPA Gallery里放映。

尼尔·图罗克：1997年在《物理评论书信集》中宣布，关于大尺度结构起源的“弦”理论已经灭亡。因为该假说与最近观测的宇宙辐射背景波动情况不相吻合。图罗克说，当今有如此精确的数据来彻底推翻自己的理论，这是科学的伟大胜利。他正在剑桥大学同霍金研究量子宇宙学。

热拉尔·沃库勒尔：1995年10月，在奥斯汀因长期患疾去世。终年77岁。

约翰·惠勒：已经从得克萨斯大学退休，住在新泽西州普林斯顿一个自称为“老保守”之家的地方。还是每天奔波到那所大学的办公室里。最近，还发表了一篇名为《吉伦、黑洞与量子泡沫》的学术论文。

爱德华·威顿：1990年在日本东京的International Congress of Mathematics 上被授予菲尔兹奖章，是数学界最高的荣誉。他在普林斯顿高级研究所继续研究“超弦”理论。

雅可夫·鲍里斯·泽利多维奇：1987年11月，在莫斯科死于心脏病突发。终年76岁。